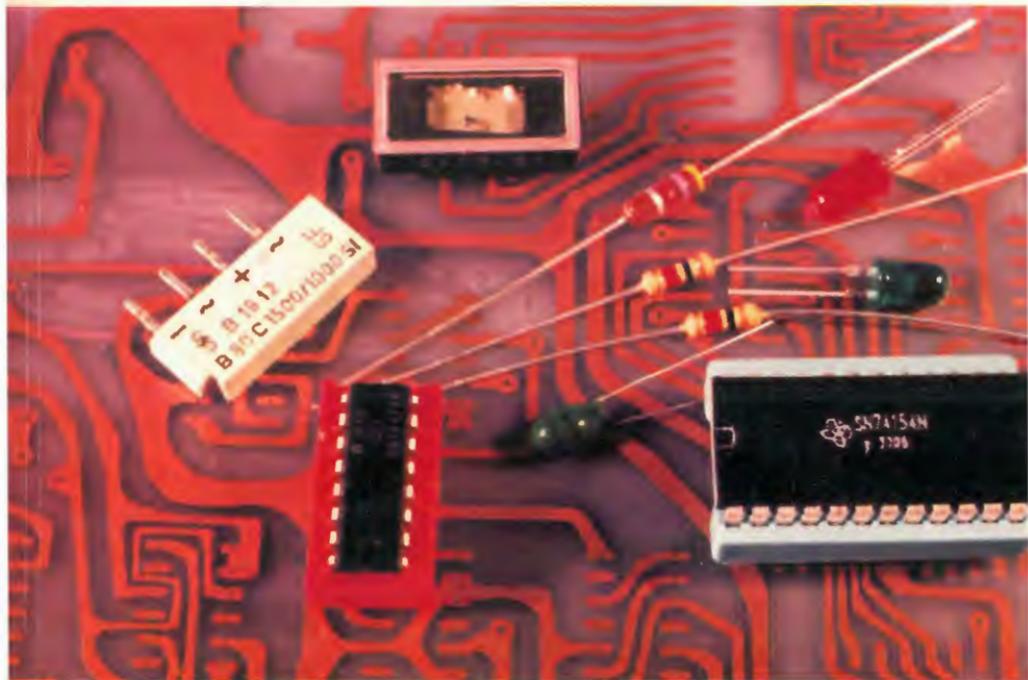
biblioteca
tascabile
elettronica

29

karl-heinz biebersdorf

come costruire un circuito digitale

franco muzzio & c. editore

dado elettronico, totocalcio, carillon, provariflessi

biblioteca tascabile elettronica

coordinata da Mauro Boscarol

29

franco muzzio & c. editore

Karl-Heinz Biebersdorf

come costruire un circuito digitale

dado elettronico, totocalcio, carillon, provariflessi

Con 54 figure nel testo
e 16 foto su 4 tavole

franco muzzio & c. editore

Copertina di Edgar Dambacher da una foto di Uwe Höch
54 figure nel testo, di cui 50 di Hans-Hermann Kropf e 4 di Josef Mayer
16 foto dell'autore su 4 tavole

traduzione di Paolo Saltori

ISBN 88-7021-120-7

Via Bonporti, 36 - 35100 Padova
Titolo originale dell'opera: « Bastelbuch der Digitalelektronik »

Finito di stampare nell'aprile 1980 da Offset Invicta Padova

Come costruire un circuito digitale

1. Alimentatore stabilizzato da 5 V

I circuiti integrati digitali impiegati nelle realizzazioni proposte in questo libro fanno parte della serie TTL SN 74 . . . Essi necessitano di un'alimentazione di +5 V. Perciò è utile avere a disposizione un alimentatore stabilizzato da 5 V. L'alimentatore qui descritto impiega un regolatore integrato da 5 V, necessita di pochi altri componenti ed è protetto contro i cortocircuiti.

1.1 Il circuito

Come si vede in Fig. 1.1, per la stabilizzazione della tensione si impiega solamente il regolatore di tensione integrato TBA 325 A. Esso è costituito fondamentalmente da un amplificatore di regolazione, da un transistore regolatore serie e da un circuito di protezione da eventuali sovraccarichi. In Fig. 1.2 si vedono le connes-

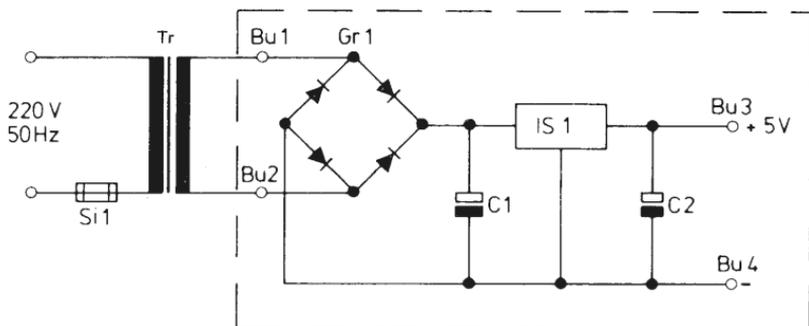



Fig. 1.1 Schema dell'alimentatore da 5 V

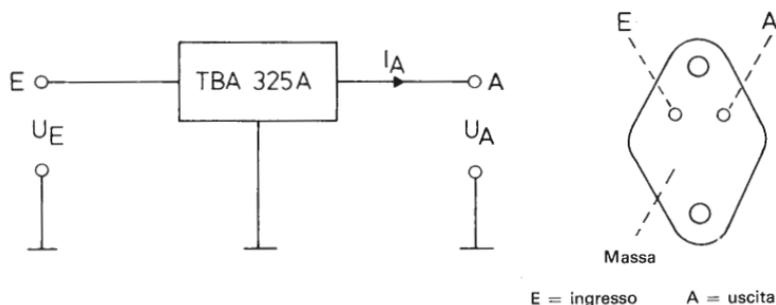



Fig. 1.2 Connessioni del regolatore di tensione integrato TBA 325 A

sioni del regolatore di tensione racchiuso in un contenitore TO 3. La tensione d'ingresso del TBA 325 A deve avere un valore compreso tra 7 e 20 V, per una corrente d'uscita massima di 0,8 A (vedere Fig. 1.3). Il trasformatore può essere un normale trasforma-

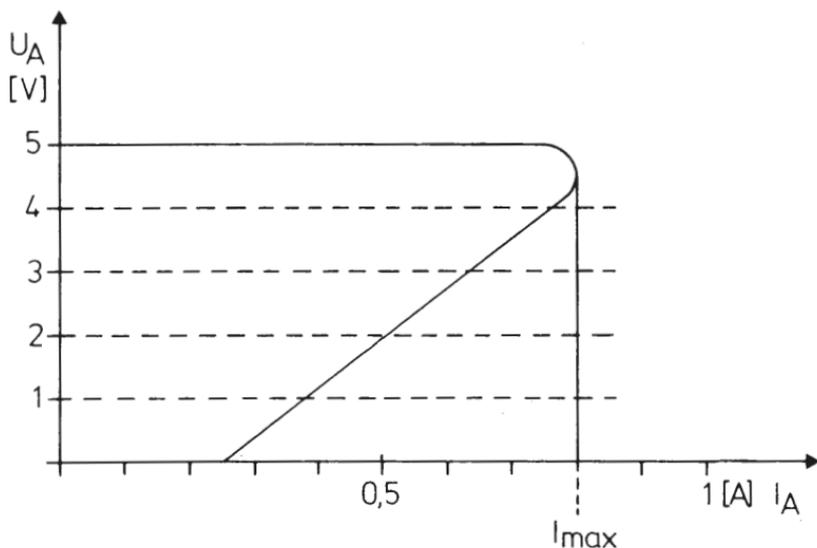



Fig. 1.3 Caratteristica di regolazione e massima corrente d'uscita del TBA 325 A

tore da campanelli, con una tensione secondaria di 8-12 V; all'interno del suo contenitore è presente anche il fusibile da 0,1 A.

1.2 Costruzione del circuito

Il trasformatore da campanelli rimane nel suo contenitore, mentre il resto del circuito viene costruito separatamente. Il dissipatore e lo zoccolo per un TO 3, come anche le prese miniatura vengono fissati ad una piastra di materiale isolante delle dimensioni di 76 × 76 mm; a montaggio ultimato il tutto viene racchiuso in una scatola di plastica. Il raddrizzatore e i due condensatori elettrolitici si possono collegare direttamente alle prese miniatura e allo zoccolo TO 3. È necessario che il regolatore di tensione venga isolato dal dissipatore mediante una rondella di mica, altrimenti l'alimentatore non funziona. Al posto del regolatore di tensione TBA 325 A si può impiegare anche il tipo LM 309 K.

1.3 Ampliamento dell'alimentatore

Con poche parti supplementari l'alimentatore da 5 V può essere modificato per ottenere un alimentatore regolabile da 5 a 12 V. Il

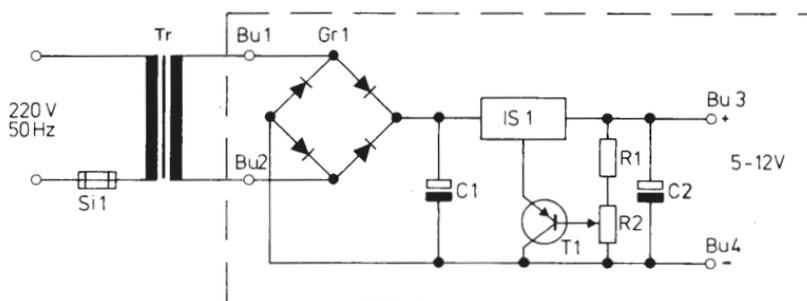



Fig. 1.4 Schema dell'alimentatore regolabile

circuito è visibile in Fig. 1.4. Il transistore è un PNP planare di media potenza al silicio (per es. 2 N 2905). S'impiegano poi anche una resistenza da 1 kΩ e un potenziometro, anch'esso da 1 kΩ. Questi tre componenti aggiuntivi si possono inserire nel contenitore del montaggio precedente. Essi sono collegati senza alcun ancoraggio.

Elenco dei componenti per il circuito dell'alimentatore da 5 V

Bu1, Bu2	2 prese miniatura lucide
Bu3	3 prese miniatura rosse
Bu4	3 prese miniatura blu
C1	condensatore elettrolitico 500 μF/16 V
C2	condensatore elettrolitico 2500 μF/16 V
Gr1	raddrizzatore a ponte 40 V/1200 mA
IS1	regolatore di tensione integrato TBA 325 A o LM 309 K
Si1	fusibile 0,1 A
Tr	trasformatore per campanelli 220 V/8 V, 1 A
	cavo alimentazione con spina
	portafusibile
	dissipatore 46 mm × 46 mm
	zoccolo per transistori TO 3
	rondella in mica per TO 3
	piastrina isolante 76 mm × 78 mm
	cavo bipolare lungo circa 20 cm
	2 spinotti miniatura
	6 viti M3 con dadi e rondelle
	scatola in plastica

2. Dado elettronico

I giochi di società sul tipo di « Non t'arrabbiare » o « Monopoli » sono sempre in voga. Per questi giochi è necessario un dado. Con un dado convenzionale non si può escludere del tutto la possibilità che l'avversario bari. Con un dado elettronico questo non succede più.

2.1 Descrizione del circuito

Il circuito è formato da un generatore d'impulsi e da un contatore che conta da 0 a 5 e poi ritorna a 0. L'indicazione del conteggio viene data mediante 7 LED, disposti come in Fig. 2.1; il dado può dare da 1 a 6 punti. Il generatore di impulsi viene azionato premendo un tasto; rilasciando tale tasto, il generatore viene disattivato. La frequenza degli impulsi è sufficientemente elevata da non poter seguire visivamente il conteggio.

2.2 Il generatore di impulsi

Il circuito completo è mostrato in Fig. 2.2. Il generatore di impulsi è formato da due porte NAND, collegate come invertitori, dalla resistenza R2 e dal condensatore C1. Il generatore di impulsi viene azionato quando si preme il pulsante S1 ed oscilla a 3 kHz circa. Quando il pulsante S1 non è premuto, all'ingresso 1/2 del primo invertitore è presente un segnale a livello H (ingresso aperto). L'uscita 3 è a livello L e pertanto anche l'ingresso 4/5 del secondo invertitore. L'uscita 6 è a livello H. Il condensatore C1 è

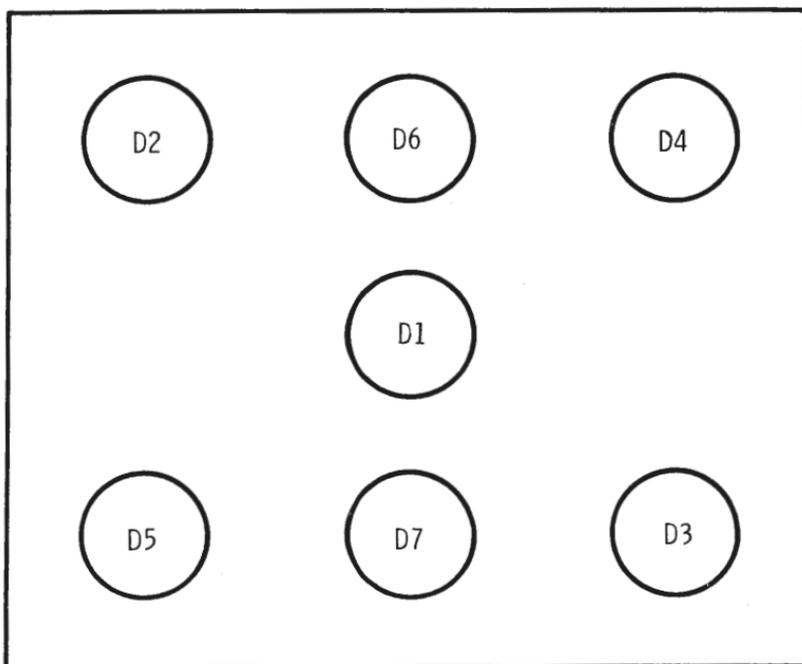



Fig. 2.1 Disposizione dei diodi LED

carico positivamente. Quando si preme il tasto S1, il potenziale L al punto 3/4/5 viene collegato alla resistenza R2, in modo che C1 si può scaricare attraverso R2. Quando la tensione al punto 1/2 giunge sotto il valore di soglia dell'invertitore, il punto 3 va di colpo a livello H, con i punti 4/5 e l'uscita 6 va a livello L. Ora il punto 3/4/5 è a livello H, in modo che C1 si può caricare positivamente attraverso R2. Quando la tensione al punto 1/2 raggiunge nuovamente il valore di soglia dell'invertitore, la sua uscita va a livello L e l'uscita del secondo invertitore a livello H. Tutto questo processo si ripete periodicamente. All'uscita 6 sono presenti segnali ad onda quadra.

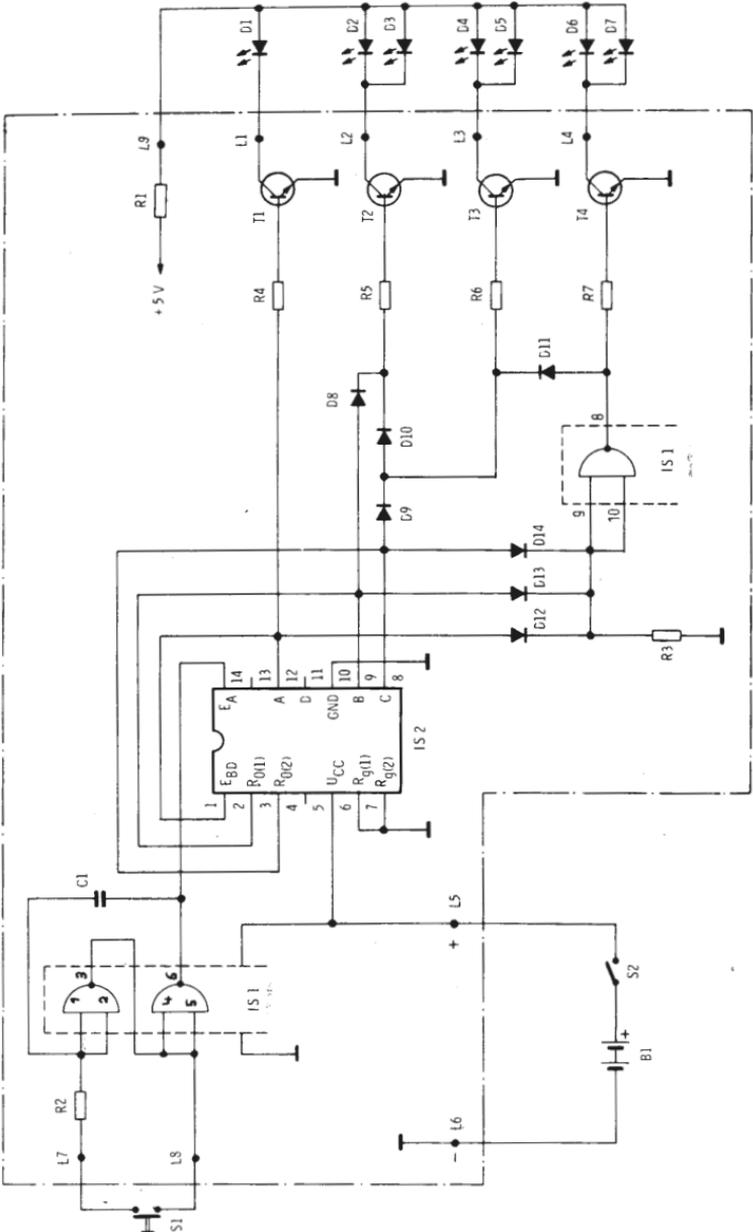



Fig. 2.2 Schema del dado elettronico

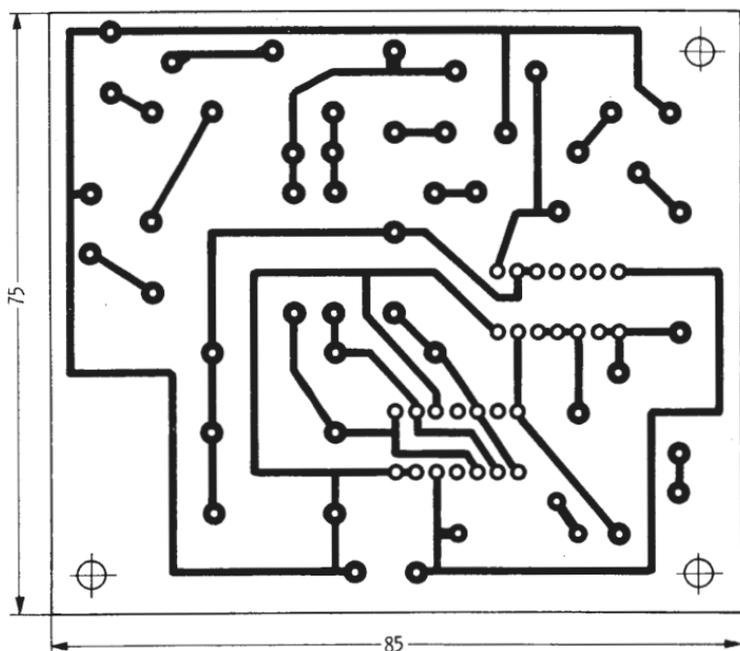



Fig. 2.3 Circuito stampato per il dado elettronico

2.3 Il contatore

Viene impiegato un contatore decimale (IS2). Gli impulsi di conteggio vengono collegati ad E_A. L'uscita A del primo flip flop è collegata ad E_{BD}, di modo che il contatore potrebbe contare fino a 10.
Però, grazie al collegamento delle uscite B e C con $R_{0(1)}$ ed $R_{0(2)}$, il contatore ritorna a zero sempre dopo il sesto impulso.

2.4 Visualizzazione

In Tab. 1 vediamo per quale impulso le uscite A, B o C del contatore sono a livello H. Con un livello H i transistori pilota da T1 a T4 vengono attivati ed i corrispondenti LED si illuminano.

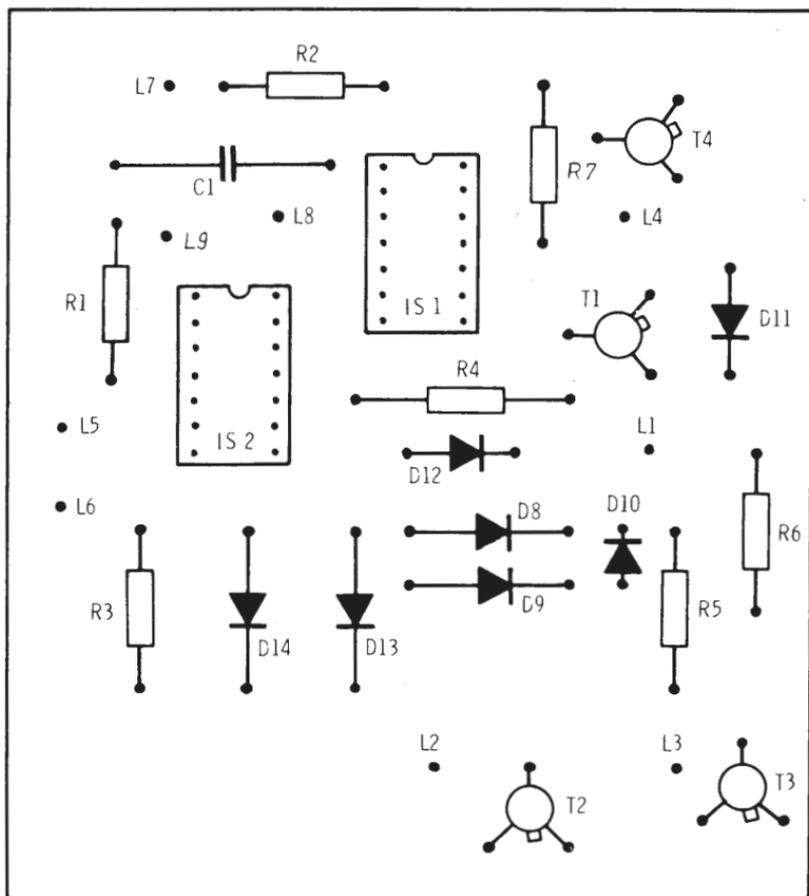



Fig. 2.4 Disposizione dei componenti sullo stampato di Fig. 2.3

Dalla Tab. 1 si deduce inoltre che quando il contatore è a 0, viene visualizzato il numero 6. Per [illegible] ciò le uscite dalla A alla C vengono collegate ad una porta OR, formata dai diodi da D12 a D14 e dalla resistenza R3. La porta OR pilota un invertitore, formato da un'altra porta NAND appartenente al 7400 (IS1). Se una delle uscite da A a C è a livello H, questo giunge all'ingresso dell'invertitore e la sua uscita scende a livello L. Solo se tutte e tre le uscite A, B e C sono a livello L (contatore a 0), l'uscita dell'invertitore va a livello H e pilota T4 e, attraverso i diodi D11 e D10 anche T3 e T2. I diodi D8 e D9 sono di disaccoppiamento.

2.5 Costruzione

La Fig. 2.3 mostra il circuito stampato della basetta e la Fig. 2.4 la disposizione dei componenti. Per entrambi gli integrati sono stati previsti degli zoccoli, in quanto è molto difficile dissaldare un IC difettoso. I sette diodi LED vengono fissati, assieme all'interrut-

Tabella 1

Uscite	Impulsi					
	0	1	2	3	4	5
A	L	H	L	H	L	H
B	L	L	H	H	L	L
C	L	L	L	L	H	H
Immagine del dado	●●● ●●●	●	● ●	● ● ●	● ● ● ●	● ● ● ● ●
LED	D2-D7	D1	D2+D3	D1-D3	D2-D5	D1-D5
Punti	6	1	2	3	4	5

tore S2 e al pulsante, su una piastrina di materiale plastico (vedere foto 2, Tavola 1). Il contenitore di tutto il circuito è stato realizzato con elementi componibili di plastica, che si trovano nei negozi di giocattoli. Si può impiegare altrettanto bene qualunque altro contenitore di dimensioni adatte.
Nella realizzazione di questo montaggio si deve tener presente che i fili collegati al pulsante S1 devono possedere una certa induttanza. Questo si può ottenere facendo in modo che i conduttori che giungono al pulsante siano più lunghi possibile. È più semplice però collegare su uno dei due conduttori una piccola bobina da 1-5 mH. Questa bobina si può costruire avvolgendo attorno ad una matita 30 spire circa di filo di rame isolato (per es. CuL da 0,5 mm).

Elenco dei componenti per il circuito del dado elettronico

B1	pila da 4,5 V
C1	condensatore 0,33 μF
D1-D7	7 diodi LED
D8-D14	7 diodi al silicio per impieghi generali
IS1	quadrupla porta NAND 7400
IS2	contatore decimale 7490
L1-L9	9 ancoraggi per circuito stampato
R1	resistore 47 Ω
R2	resistore 390 Ω
R3	resistore 1,5 kΩ
R4-R7	4 resistori 2,2 kΩ
	(tutti i resistori da 1/4 W, 5%)
S1	pulsante ad una via, normalmente aperto
S2	interruttore ad una via
T1-T4	4 transistori NPN al silicio per uso generale, p. es. BC 107 o eq.
	2 zoccoli a 14 pin (DIL)
	basetta 75 × 85 mm
	piastrina isolante 76 × 116 mm
	scatola in plastica

3. Totocalcio elettronico

Ogni volta che si compila la schedina del lotto o del totocalcio, si è sempre indecisi su cosa scrivere. Questo dispositivo elettronico ci può venire in aiuto. Con esso è possibile ottenere i numeri del lotto (da 6 a 49) e quelli del totocalcio (da 6 a 45).
Inoltre è possibile ottenere i numeri del quintetto di trotto, ossia il lotto dei cavalli e il toto dei cavalli (3 + 4 su 18). Naturalmente questo apparecchio non garantisce una vincita sicura, ma rappresenta un utile ausilio per compilare la schedina sulla base di dati assolutamente casuali.

3.1 Funzionamento

La Fig. 3.1 mostra lo schema elettrico del generatore casuale. Il circuito è formato da due contatori decimali collegati l'uno dopo l'altro; il segnale alle loro uscite, in codice BCD, viene elaborato da due decodificatori che pilotano due display a sette segmenti a LED. Quando si preme un pulsante, i contatori vengono pilotati da un generatore di impulsi a frequenza elevata. La tripla porta NAND provvede all'azzeramento del contatore quando vengono raggiunti i numeri 19, 46 o 50. Quando il pulsante viene rilasciato, i contatori cessano il conteggio e rimane visualizzato un numero casuale.

3.2 Il contatore decimale 7490

Le connessioni dei pin del contatore decimale 7490 (IS1 ed IS2) sono visibili in Fig. 3.2. Se si mandano gli impulsi da contare

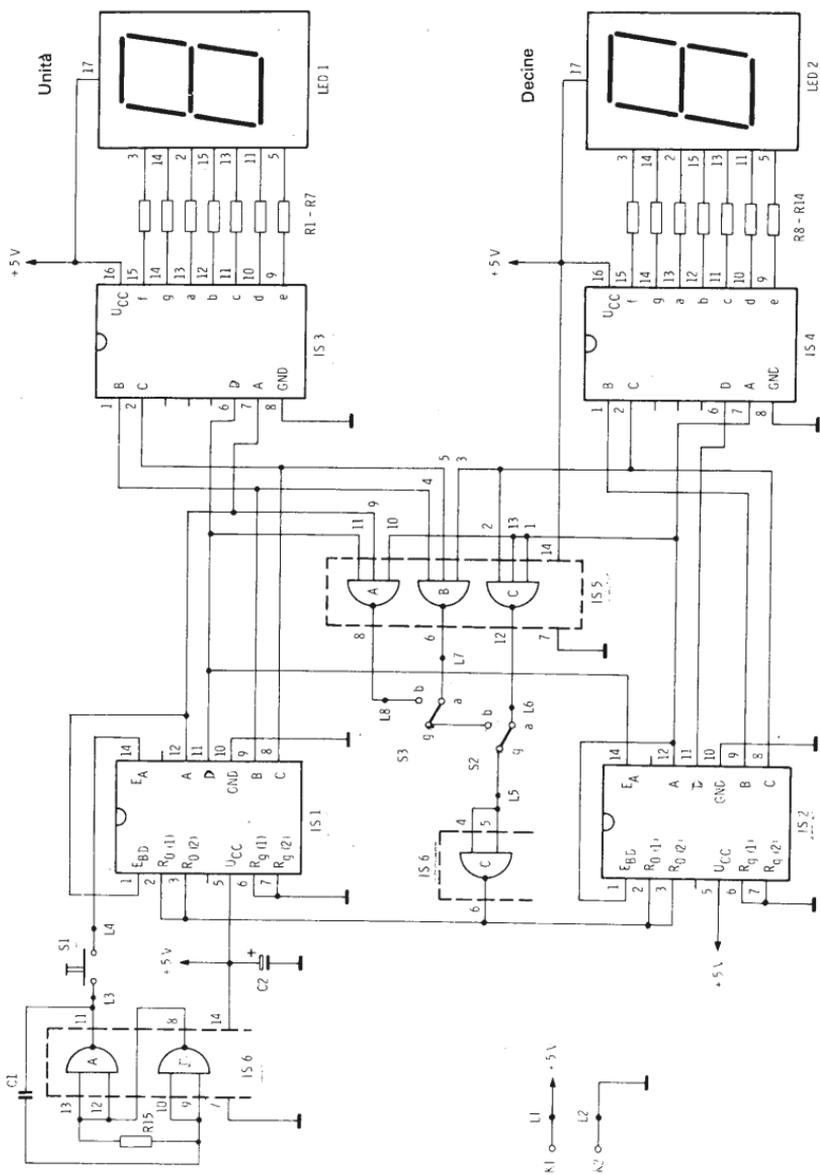



Fig. 3.1 Schema del totocalcio elettronico

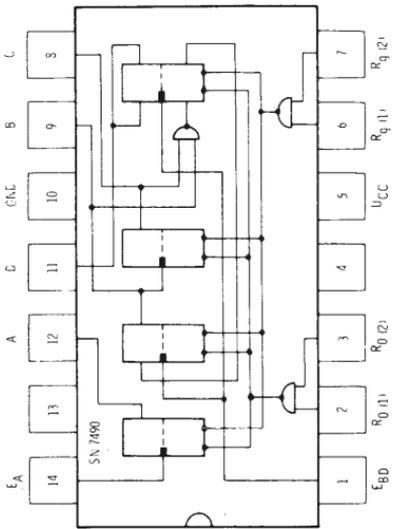
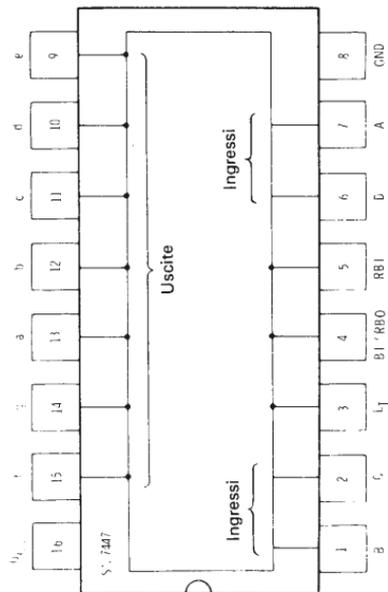
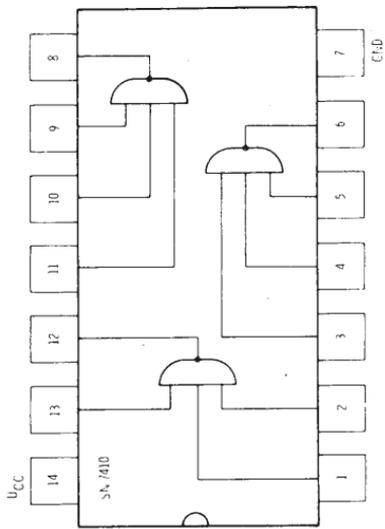
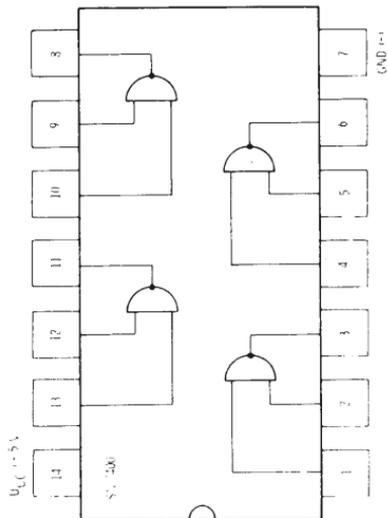



Fig. 3.2 Zoccolatura (vista dall'alto) dei circuiti integrati impiegati

all'ingresso E_A e se si collega l'uscita A all'ingresso BD, il contatore conta fino a 10. La tabella delle funzioni relativa è riportata qui sotto. L'uscita D del primo contatore IS1 (unità) è collegata all'ingresso E_A del secondo contatore IS2 (decine).

Impulso	D	C	B	A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

Anche la sua uscita A è collegata all'ingresso BD, cosicché entrambi i contatori conterebbero assieme fino a 100, se gli ingressi di resettaggio $R_{0(1)}$ ed $R_{0(2)}$ rimanessero scollegati.

3.3 L'azzeramento dei contatori

Riportiamo anzitutto la tabella delle funzioni degli ingressi di resettaggio:

$R_{0(1)}$	$R_{0(2)}$	$R_{9(1)}$	$R_{9(2)}$	D	C	B	A
H	H	L	X	L	L	L	L
H	H	X	L	L	L	L	L
X	X	H	H	H	L	L	H
X	L	X	L		conta		
L	X	L	X		conta		
L	X	X	L		conta		
X	L	L	X		conta		

X significa un livello qualsiasi all'ingresso.

Osservando la tabella delle funzioni vediamo che gli ingressi di resettaggio devono essere a livello L durante il conteggio. Con un livello H all'uno o all'altro degli ingressi, il contatore viene riportato a zero o a nove (con $R_{9(1)}$ ed $R_{9(2)}$).
Alla porta NAND C di IS5 (7410) sono collegate le uscite A e C del secondo contatore IS2. Se entrambe le uscite sono a livello H (il che corrisponde al numero 50), l'uscita della porta NAND C va a livello L. Mediante il commutatore ad una via S2, contatti a-g, il segnale a livello L giunge all'ingresso della porta NAND C di IS6, collegata come invertitore. Con un segnale a livello L, quindi, entrambi i contatori vengono rimessi a zero tramite gli ingressi di resettaggio $R_{0(1)}$ ed $R_{0(2)}$, quando il conteggio raggiunge il numero 50. A questo punto ricomincia un nuovo conteggio, finché resta premuto il pulsante S1.
Quando il commutatore S2 è in posizione b-g ed S3 in posizione a-g, le uscite B e C del primo contatore IS1 e l'uscita C del secondo contatore vengono unite assieme e collegate agli ingressi di resettaggio; cosicché i contatori ritornano a zero quando raggiungono il numero 46. Con S2 in posizione b-g ed S3 in posizione b-g è attiva la porta NAND A di IS5. Attraverso questa porta NAND vengono unite assieme le uscite A e D del contatore 1 e

l'uscita A del contatore 2, di modo che quando si raggiunge il numero 19, il contatore riparta da zero.
Posizioni dei commutatori:

S2 a-g : 6 su 49 (lotto)
S2 b-g, S3 a-g : 6 su 45 (toto)
S2 b-g, S3 b-g : 3 + 4 su 18 (quintetto cavalli)

3.4 I display

Le uscite dalla A alla D dei contatori che lavorano in codice BCD, sono collegate a due 7447 (IS3 ed IS4) (questi integrati sono decodificatori per il codice BCD e pilotano direttamente display a sette segmenti); le cifre sono visualizzate da due display a sette segmenti a LED. Le resistenze da R1 ad R14 servono per limitare la corrente che scorre nei diodi costituenti i segmenti.
Il generatore di impulsi è costituito da due porte NAND di un 7400 (IS6), collegate come invertitori, dal condensatore C1 e dalla

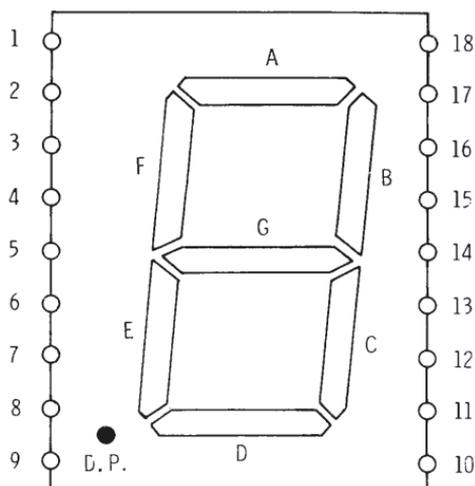



Fig. 3.3 Connessioni del display a 7 segmenti DL 747 (visto dall'alto)

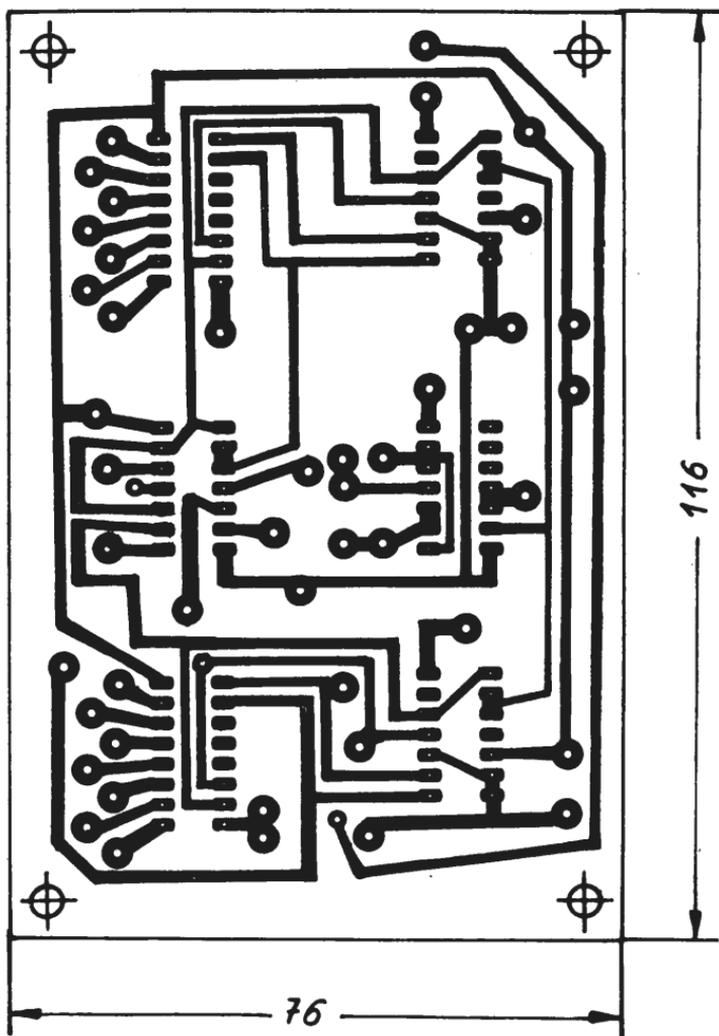



Fig. 3.4 Circuito stampato della basetta principale

resistenza R15; il generatore di impulsi oscilla a circa 100 kHz. L'inconveniente di questo circuito è che può venir visualizzato anche lo zero. Se si volesse eliminare questo inconveniente, il circuito diverrebbe notevolmente più complesso.

3.5 Costruzione

L'apparecchio è costruito su due basette: la basetta principale e la basetta con i display. Il circuito stampato della basetta principale è mostrato in Fig. 3.4 e la disposizione dei componenti su detta base in Fig. 3.5. Sulla basetta principale si devono saldare anche 10 ponticelli di filo. A tale scopo si usa del filo nudo di diametro di 0,6 o 0,8 mm.
Il circuito stampato della basetta con i display è mostrato in Fig. 3.6

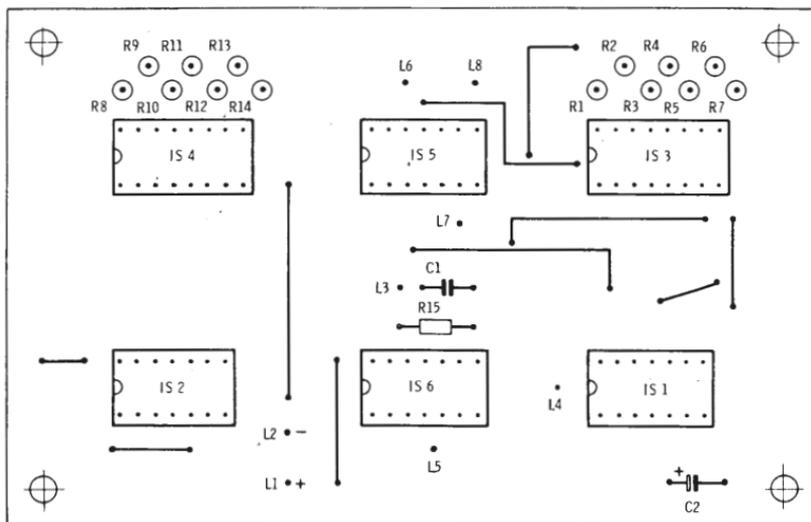



Fig. 3.5 Disposizione dei componenti sulla basetta principale

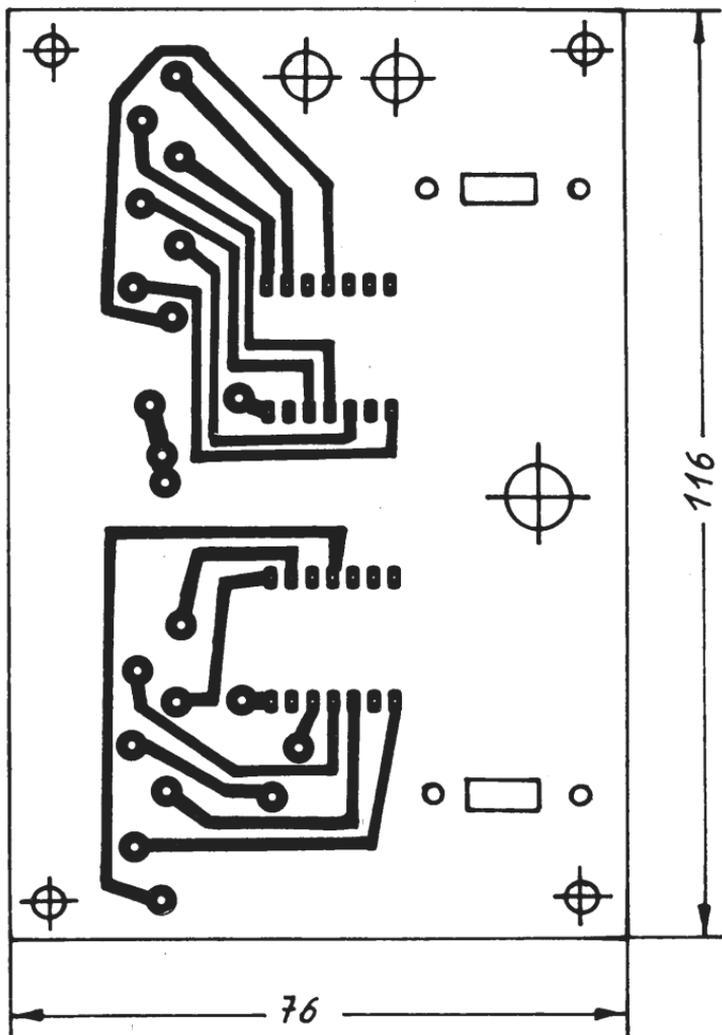



Fig. 3.6 Circuito stampato della basetta con i display

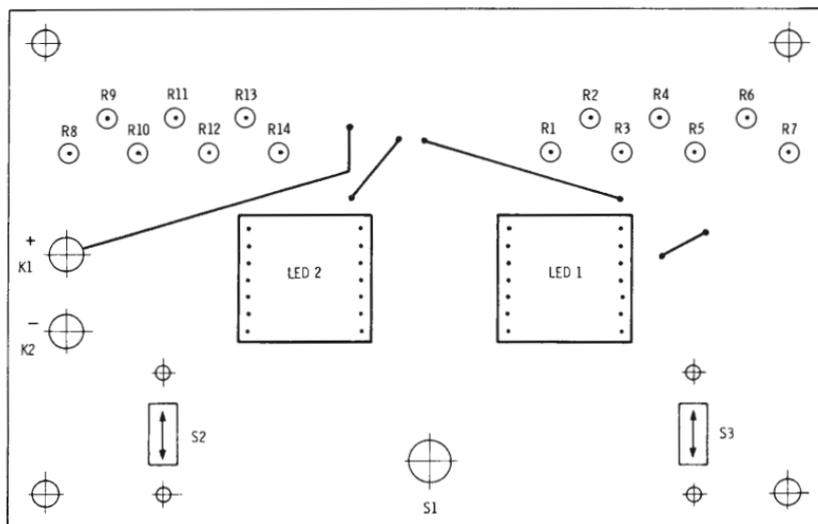



Fig. 3.7 Disposizione dei componenti sulla basetta con i display

3.6, la disposizione dei componenti in Fig. 3.7. Anche su questa basetta si devono saldare quattro ponticelli di filo; essi devono essere eseguiti con del filo isolato, perché sono sul lato rame.
Dev'essere tenuta presente una particolarità dei display impiegati: non occorre collegare gli altri terminali degli anodi, se il pin 17 è collegato al polo positivo dell'alimentazione.
Le due basette vengono disposte l'una sopra l'altra. Le loro misure sono state scelte in modo da poter essere racchiuse in un contenitore di plastica. Le basette si possono anche fissare con quattro viti M3 × 40. Le resistenze limitatrici da R1 ad R14 sono disposte verticalmente tra le basette, come si può vedere in foto 3 di Tavola 1. I collegamenti tra commutatori e morsetti da una parte e gli ancoraggi della basetta dall'altra vengono effettuati con filo sottile e flessibile. La foto 4 di Tavola 1 mostra l'apparecchio a montaggio ultimato. Per l'alimentazione di questo circuito si impiega un

alimentatore stabilizzato da +5 V (per es. il circuito 1), perché questo apparecchio assorbe in media 300 mA (a causa dei display a LED). Se quando si prova l'apparecchio premendo il pulsante di partenza, i contatori non funzionano (il loro funzionamento si riconosce dal fatto che tutti i segmenti sono accesi), si deve collegare tra un contatto del pulsante di partenza ed il negativo dell'alimentazione un condensatore da circa 0,01 a 0,33 μF. La sua capacità va determinata per tentativi.

Elenco dei componenti per il circuito del totocalcio elettronico

C1	condensatore 22 nF
C2	condensatore elettrolitico 1,5 μF
IS1, IS2	2 contatori decimali 7490
IS3, IS4	2 decodificatori/piloti da BCD a 7 segmenti 7447
IS5	tripla porta NAND 7410
IS6	quadrupla porta NAND 7400
K1	presa rossa isolata miniatura
K2	presa blu isolata miniatura
L1-L8	8 ancoraggi
LED1, LED2	2 display a LED a 7 segmenti DL 747
R1-R14	14 resistori 100 Ω
R15	resistore 390 Ω
S1	pulsante normalmente aperto
S2, S3	2 deviatori a 2 vie 2 posizioni
	2 basette 76 mm × 116 mm
	4 viti M3 × 40 con dadi

4. Carillon elettronico

Sappiamo tutti come funzionano i carillon meccanici, nei quali su un rullo sono fissari dei piedini disposti a seconda della nota da riprodurre. Quando il rullo gira, mediante i piedini vengono messe in oscillazione delle linguette di metallo. I carillon meccanici sono però oltremodo difficili da autocostruire.
Grazie ai moderni circuiti integrati, si può tuttavia costruire con pochi componenti un carillon elettronico; esso suona una semplice melodia, regolabile a piacere, quando si preme un pulsante. Si può racchiudere il circuito a montaggio ultimato in una scatoletta artisticamente decorata, oppure si può usarlo come campanello per la porta di casa con una melodia appropriata.

4.1 Funzionamento del circuito

Il cuore del circuito è costituito da due registri a scorrimento ad 8 bit con ingresso in serie ed uscita in parallelo; essi sono collegati uno di seguito all'altro e vengono pilotati in continuazione dagli impulsi di un multivibratore. Quando si aziona un pulsante, un breve segnale a livello H viene applicato all'ingresso in serie del primo registro a scorrimento. Gli impulsi fanno in modo che questo segnale a livello H compaia alle uscite in parallelo, una di seguito all'altra; esso viene fatto "scorrere" dal registro a scorrimento. Ogni singolo segnale all'uscita può essere variato in tensione mediante un trimmer. I segnali di uscita agiscono su un oscillatore pilotato in tensione, il quale lavora a frequenza acustica. Un transistore amplifica i segnali così ottenuti, che sono udibili mediante un altoparlante ad esso collegato.

4.2 Il registro a scorrimento

Un registro a scorrimento è composto da elementi di memoria binari (flip flop). Esso ha la capacità di immagazzinare informazioni e di farle muovere. La Fig. 4.1 (pag. 30) mostra un registro a scorrimento a 4 bit, costituito da flip flop JK. Le uscite Q e $\bar{Q}$ sono collegate ciascuna agli ingressi J e K del flip flop seguente. L'impulso di commutazione viene mandato contemporaneamente a tutti i flip flop. All'ingresso E del registro a scorrimento è collegato un invertitore tra l'ingresso J e l'ingresso K. Così all'ingresso K è sempre presente, con polarità invertita, il segnale presente all'ingresso J. Se all'ingresso del registro a scorrimento si manda un'informazione (segnale a livello H), all'impulso successivo essa viene immagazzinata nel primo flip flop. Con un altro impulso l'informazione viene fatta avanzare di un posto nel registro, mentre il primo posto può accogliere una nuova informazione. Si può dire che in un registro a scorrimento, dopo *n* impulsi un'informazione viene fatta avanzare di *n* posti. Che cosa succede all'informazione, quando essa giunge all'ultimo flip flop? È evidente che l'informazione immagazzinata nell'ultimo flip flop, con

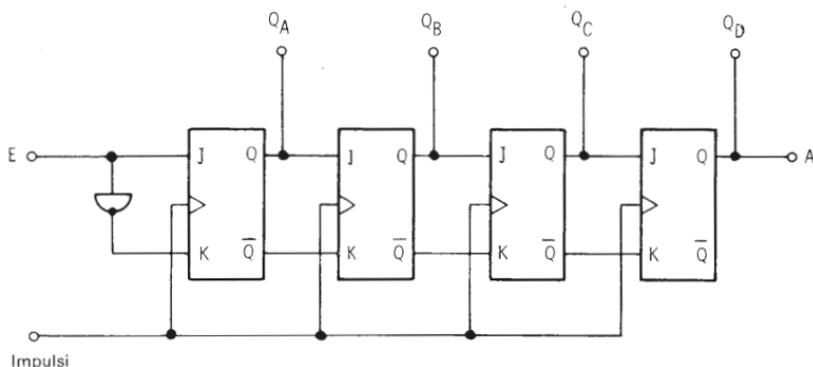



Fig. 4.1 Registro a scorrimento a 4 bit con ingresso dati in serie ed uscita in parallelo

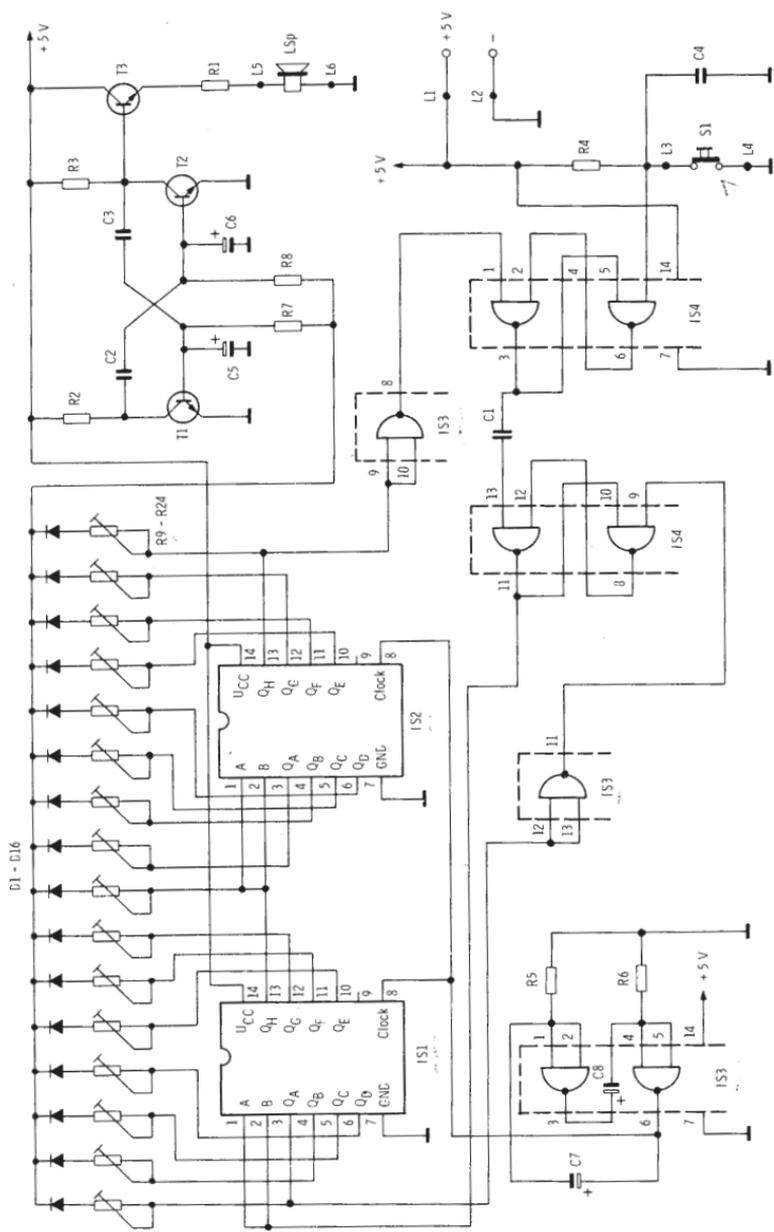



Fig. 4.2 Schema del carillon elettronico

l'impulso successivo, andrà perduta, o, come si dice, l'ultimo bit viene svuotato.
Con il registro a scorrimento visibile in Fig. 4.1 sono a disposizione le uscite Q soltanto. Si parla di registro a scorrimento con ingresso in serie ed uscita in parallelo. In questo modo si possono eseguire operazioni di pilotaggio: nel registro viene immesso un solo bit (un segnale a livello H) e questo viene fatto scorrere; la sua posizione, di volta in volta fa compiere determinate operazioni.

4.3 Pilotaggio delle operazioni

La possibilità di pilotare delle operazioni viene utilizzata in questo circuito (Fig. 4.2). Sono disponibili due registri a scorrimento da 8 bit (IS1 ed IS2). Le connessioni dei pin sono visibili in Fig. 4.3. L'ingresso in serie è costituito da una porta AND (ingressi A e B). L'ottava uscita (Q_H) di IS1 è collegata agli ingressi di IS2, in modo da formare un registro a scorrimento a 16 bit. In totale si possono quindi produrre 16 note.
Un multivibratore astabile costituito da due porte NAND collegate come invertitori (facenti parte della quadrupla porta NAND IS3), da R5, R6, C7 e C8, produce continuamente impulsi, che giungono agli ingressi per gli impulsi del registro a scorrimento. La frequenza di questi impulsi determina la durata di ogni singola nota. La frequenza degli impulsi può essere variata cambiando R5 ed R6 (da 0,5 a 2,2 kΩ).
Premendo il pulsante S1 viene azionato il flip flop RS formato da due porte NAND di IS4. Il picco negativo all'uscita giunge attraverso C1 all'ingresso del secondo flip flop RS e aziona anche questo. Perciò l'uscita va a livello H. Questo livello H viene applicato all'ingresso AND del primo registro a scorrimento e viene memorizzato con l'impulso successivo. L'uscita Q_A passa quindi dallo stato L allo stato H. Questo livello H viene invertito da una

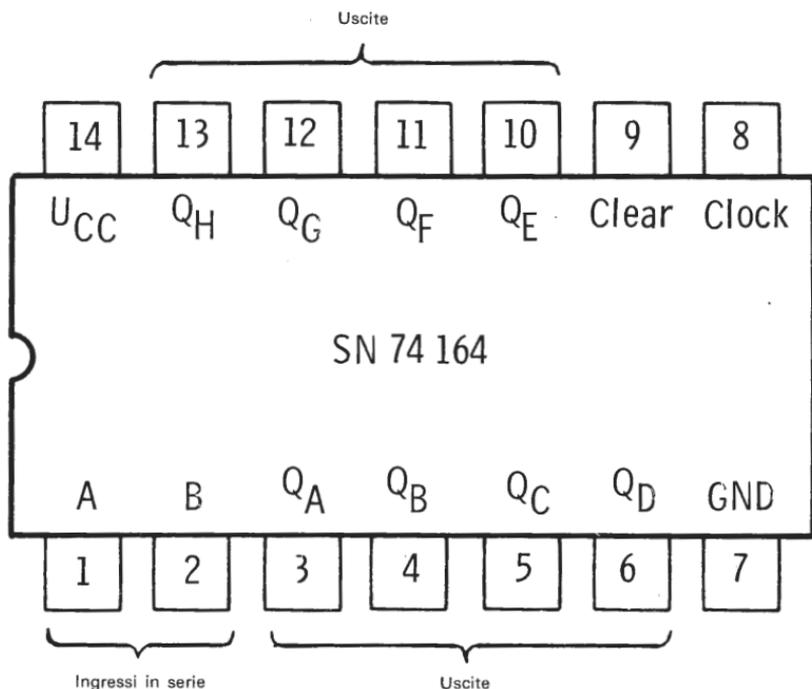



Fig. 4.3 Connessioni del registro a scorrimento 74164

porta NAND di IS3 collegata come invertitore e rimette a zero il secondo flip flop RS cosicché l'ingresso A/B ritorna allo stato L. Il segnale a livello H memorizzato viene fatto scorrere nei registri a scorrimento con una velocità dipendente dalla frequenza degli impulsi e compare in successione alle uscite in parallelo da Q_A a Q_H di IS1 e da Q_A a Q_H di IS2. Dopo 16 impulsi il segnale a livello H compare all'uscita Q_H di IS2, viene invertito (1/4 di IS3) e rimette a zero il primo flip flop RS, in modo tale che il circuito raggiunge nuovamente lo stato iniziale delle uscite.

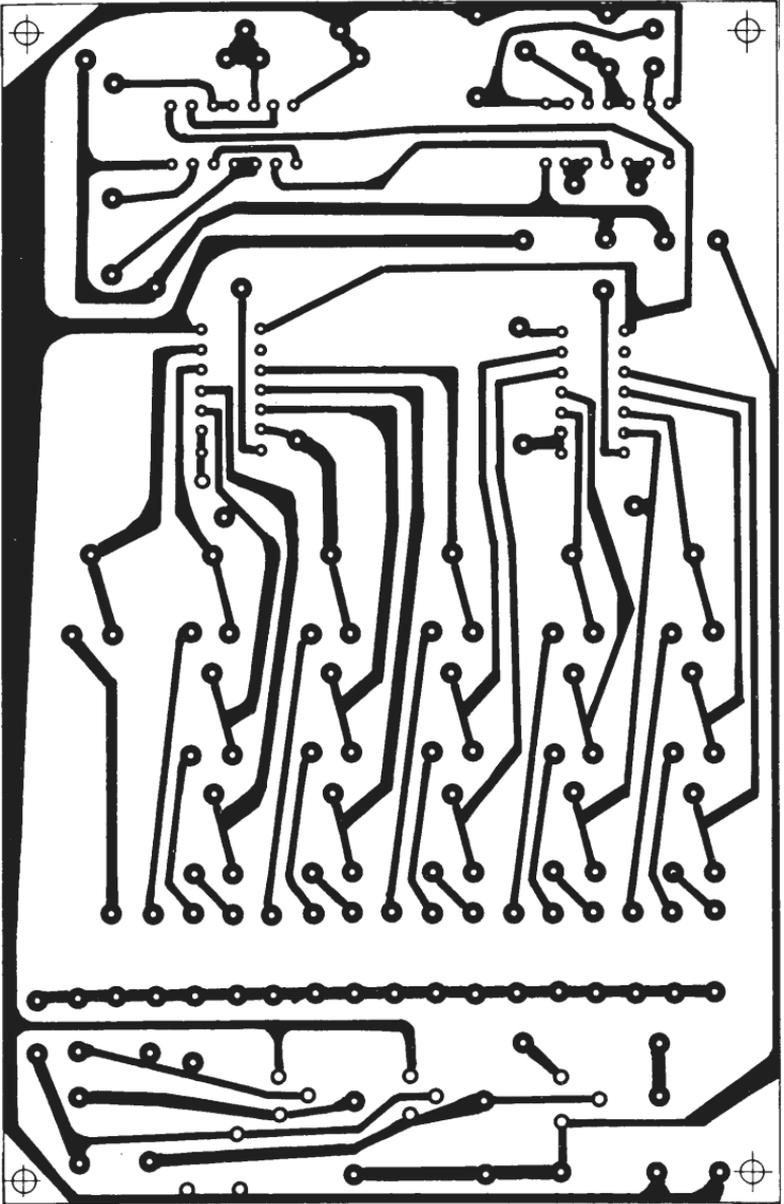



Fig. 4.4 Circuito stampato per il carillon elettronico

Le uscite parallelo dei registri a scorrimento sono collegate all'ingresso di un multivibratore astabile (T1 e T2) tramite 16 trimmer (da R9 a R24) e 16 diodi di disaccoppiamento.
La tensione regolabile con i trimmer (3,5 V massimi) determina la frequenza del multivibratore e pertanto l'altezza della nota. T3 amplifica il segnale prodotto dal multivibratore e dovrebbe essere munito di un dissipatore a stella. I due condensatori elettrolitici C5 e C6 servono a smorzare il multivibratore al termine di un motivo musicale.

4.4 Costruzione

La Fig. 4.4 mostra il circuito stampato della basetta del carillon elettronico. Riguardo alla disposizione dei componenti sulla basetta, bisogna tener presente che sono da eseguire 8 ponticelli di filo. In Fig. 4.5 è visibile anche l'intera serie dei trimmer da R9 a R24 (le misure della figura sono in scala 1:1). La foto 5 di Tavola 2 mostra la basetta al completo.
Quando si collega la tensione di alimentazione di 5 V, viene suonato un motivo musicale. Se ciò non accade o se ciò non si riesce ad ottenere neppure azionando il pulsante, si deve applicare brevemente un segnale a livello H (+5 V) al pin 13 di IS2 (Q_H), in modo da far partire il primo flip flop. Per gli integrati impiegare 4 zoccoli da 14 pin.

4.5 Riproduzione di un motivo musicale

Per poter regolare le note di un motivo musicale una per una, si deve disattivare il generatore di impulsi. A tale scopo basta togliere IS3 dal suo zoccolo. Ora basta toccare, nella loro sequenza, i trimmer con un filo a +3,5 V e contemporaneamente regolare il trimmer affinché la nota abbia l'altezza desiderata. Questo

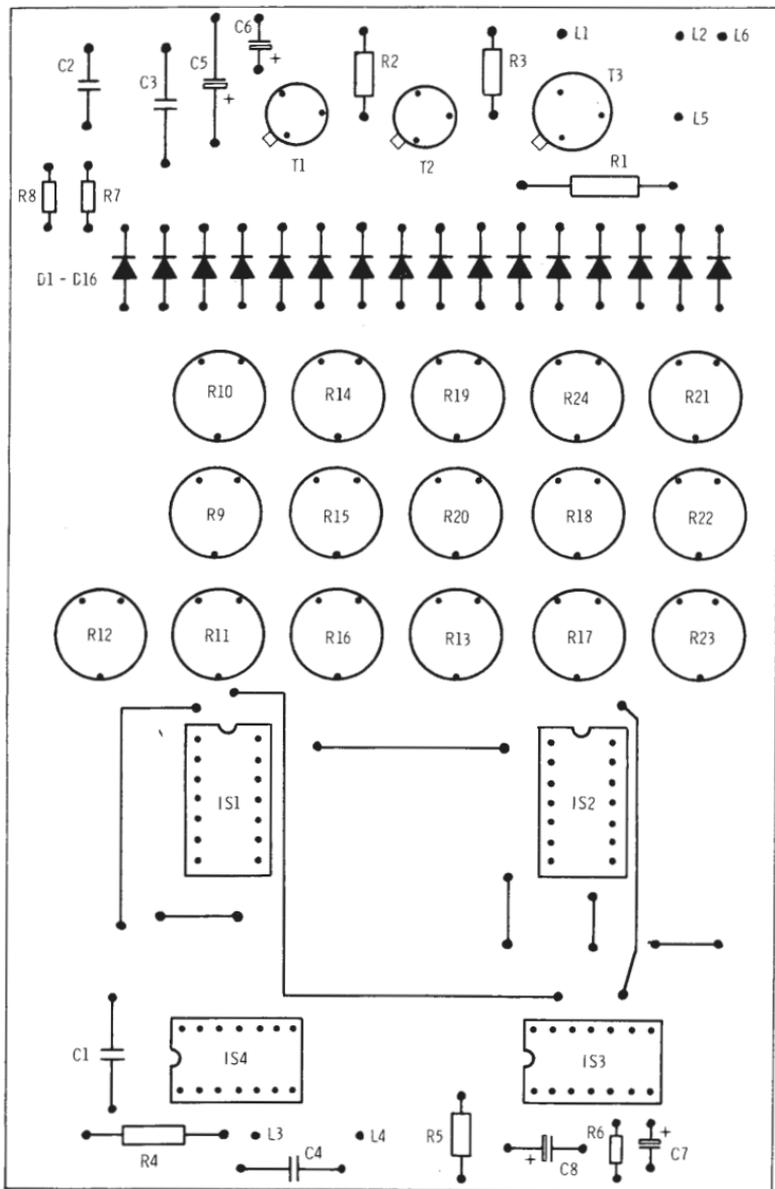



Fig. 4.5 Disposizione dei componenti sulla basetta di Fig. 4.4

Fig. 4.6 Esempio di motivo musicale “Horch, was kommt von draussen rein?” (Ascolta, cosa succede fuori?)

sembra complicato, ma in realtà è facilissimo. Si possono anche impiegare i 5 V dell’alimentazione, per eseguire quest’operazione, solo che poi l’altezza delle note del motivo musicale sarà un po’ diversa.

La difficoltà sta nel regolare correttamente le singole note. Si deve scegliere un motivo musicale, le cui note abbiano tutte la stessa durata. Una nota di durata doppia si ottiene regolando sullo stesso valore due trimmer. È stato riportato come esempio l’inizio della canzone “Horch, was kommt von draussen rein?” (Ascolta, cosa succede fuori?) (vedere Fig. 4.6). Con un frequenzimetro si possono regolare le note in base alla seguente tabella:

do^1	261,6 Hz	sol^1	391,9 Hz
re^1	293,6 Hz	la^1	440 Hz
mi^1	329,6 Hz	si^1	493,9 Hz
fa^1	349,2 Hz	do^2	523,2 Hz

Tabella 1: Frequenze delle ottave da do^1 a do^2

Se non si ha a disposizione un frequenzimetro, si deve regolare la frequenza delle note ad orecchio, se possibile raffrontandole con quelle di uno strumento musicale. Quando queste regolazioni sono terminate, IS3 va rimesso al suo posto. Se il motivo non viene ese-

guito il primo flip flop non è attivato. Si deve allora sollecitare brevemente il pin 13 di IS2 con un segnale a livello H.

Elenco dei componenti per il circuito del carillon elettronico

C1-C3	3 condensatori 0,1 μF
C4	condensatore 0,33 μF
C5, C6	2 condensatori elettrolitici 1 μF/16 V
C7, C8	2 condensatori elettrolitici 100 μF/16 V
D1-D16	16 diodi al silicio per uso generale, p. es. 1 N 914 o eq.
IS1, IS2	2 registri a scorrimento a 8 bit 74164
IS3, IS4	2 quadruple porte NAND 7400
L1-L6	6 ancoraggi
LSp1	altoparlante 8 Ω/2 W
R1	resistore 5,6 Ω
R2-R4	3 resistori 1 kΩ
R5, R6	2 resistori 1,2 kΩ
R7, R8	2 resistori 7,5 kΩ
R9-R24	16 trimmer 10 kΩ
S1	pulsante 1 via
T1, T2	2 transistori NPN al silicio per uso generale p. es. BC 107 o eq.
T3	transistore BFY 51 o eq.
	radiatore a stella per T3
	basetta 97 × 150 mm
	4 zoccoli per integrati da 14 pin

5. Temporizzatore elettronico per la cottura delle uova

Chiunque si sia arrabbiato per aver mangiato uova cotte troppo o troppo poco, accoglierà con simpatia un temporizzatore di questo genere. Non sarà più necessario, quando si cuociono le uova, tenere sott'occhio un orologio (cosa di cui ci si dimentica abbastanza spesso), ma dopo un certo tempo, variabile a piacere, verrà emessa una nota ben udibile, in modo da richiamare la vostra attenzione.

5.1 Funzionamento del circuito

Il circuito (Fig. 5.1) è costituito dall'integrato monolitico NE 555, connesso come multivibratore monostabile e da un multivibratore astabile con i transistori T2 e T3. Il periodo di accensione del multivibratore monostabile può essere regolato con il potenziometro R10 da circa 15 secondi a circa 8 minuti. Quando è trascorso questo tempo, viene azionato il multivibratore astabile T_2-T_3; oscilla a frequenza acustica, regolabile con il trimmer R7; il suono viene diffuso dall'altoparlante LSp.
L'NE 555 è un temporizzatore integrato e contiene una base tempi estremamente esatta, con la quale è possibile costruire un multivibratore monostabile o astabile. I componenti che determinano il periodo, in base al circuito di Fig. 5.1 sono R9, R10 e C5. Il tempo d'inserzione si calcola con la formula:

$$t \approx 1{,}1 \cdot R \cdot C$$

Nel nostro caso, tuttavia, non possiamo impiegare quest'equazio-

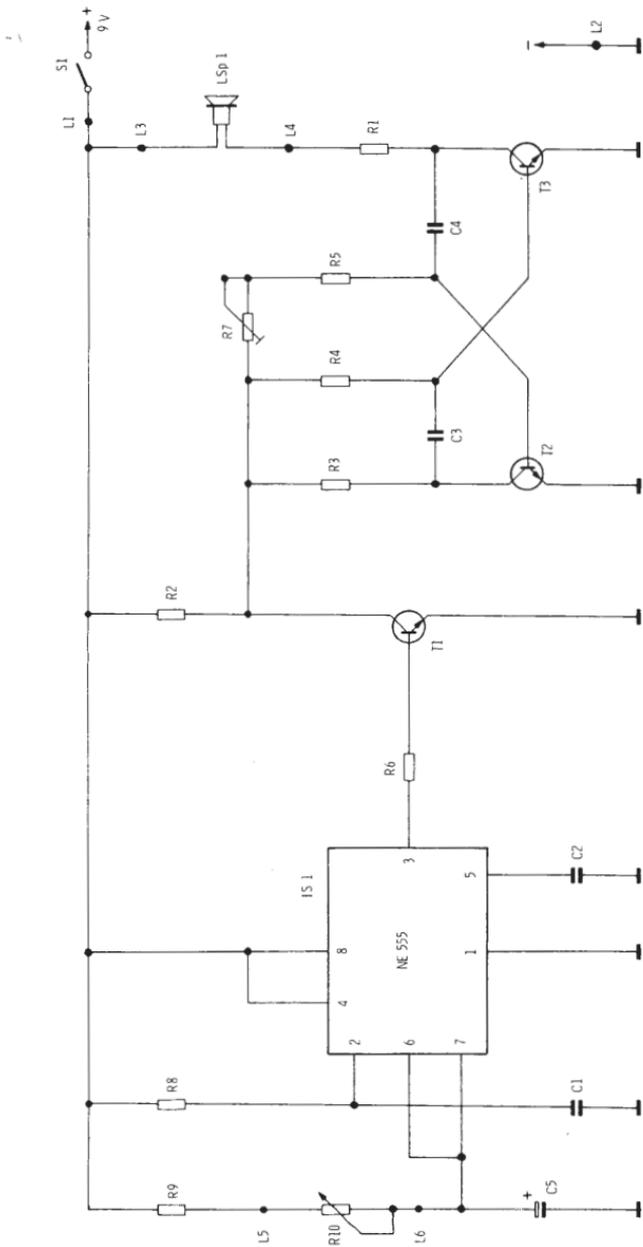



Fig. 5.1 Schema del temporizzatore per la cottura delle uova

ne, perché un condensatore elettrolitico da 250 μF ha già una notevole corrente di fuga, che dev'essere tenuta in considerazione nel calcolo di t.

Il multivibratore monostabile viene azionato da un impulso negativo all'ingresso (2). Allora l'uscita (3) si porta dallo 0 a potenziale positivo. In questo circuito l'impulso di pilotaggio viene prodotto azionando l'interruttore S1. Subito dopo aver collegato l'alimentazione, l'uscita 3 è quindi a potenziale positivo. Perciò il transistore T1 diventa conduttore e il multivibratore astabile non riceve più alcuna tensione di alimentazione. Dopo che è trascorso il tempo desiderato (quando il condensatore C5 si è caricato attraverso R9 ed R10 ai 2/3 della tensione di alimentazione), l'uscita va nuovamente a zero, il transistore viene interdetto e il multivibratore riceve la tensione necessaria al suo funzionamento ed oscilla.

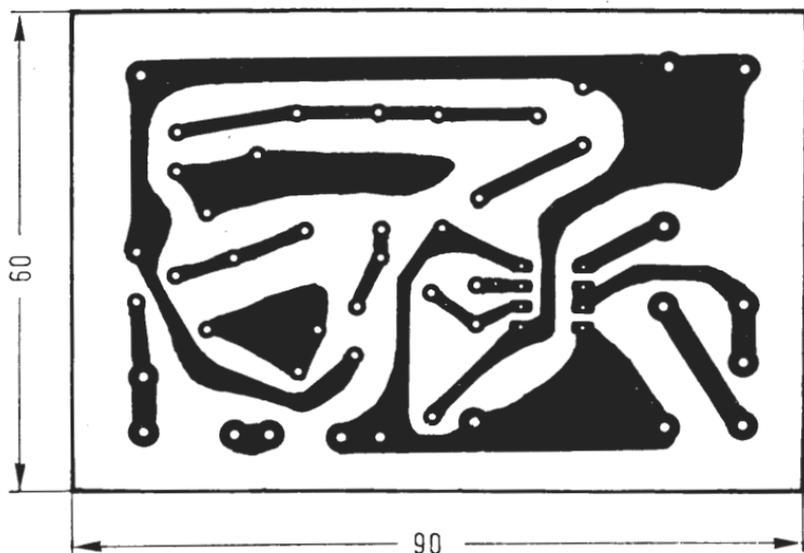



Fig. 5.2 Circuito stampato del temporizzatore per la cottura delle uova

I componenti che determinano la frequenza di oscillazione del multivibratore astabile sono R4, R5, R7 unitamente a C3 e C4.

5.2 Costruzione

La Fig. 5.2 mostra lo stampato per la basetta del temporizzatore e la Fig. 5.3 mostra la disposizione dei componenti sulla basetta. La foto 6 di tavola 2 mostra la basetta a montaggio ultimato. Come altoparlante si può impiegare un altoparlante in miniatura da 8 Ω oppure una capsula telefonica da 50 Ω. L'altoparlante (o la capsula telefonica) va incollato al pannello frontale da dietro. Una possibile disposizione per il fissaggio dell'interruttore S1 e del potenziometro R10 in un contenitore TEKO modello P/2 è mostrata in foto 7 di Tavola 2. La tensione di alimentazione del

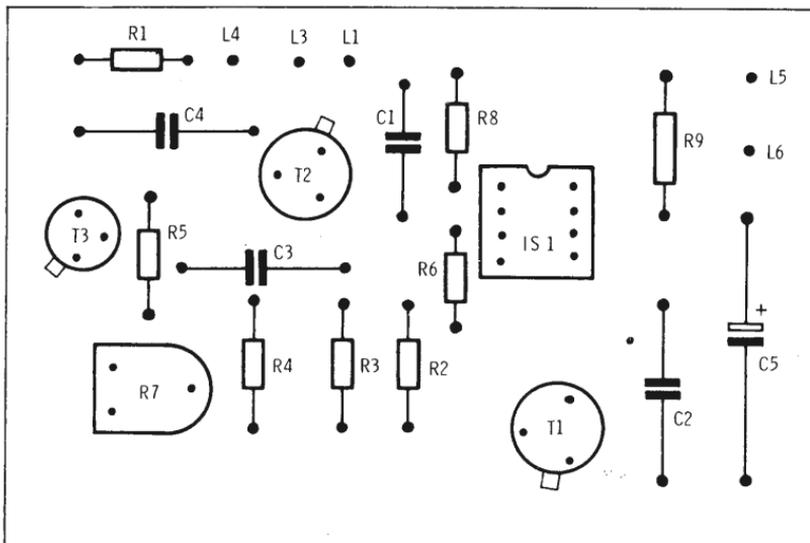



Fig. 5.3 Disposizione dei componenti sullo stampato di Fig. 5.2

temporizzatore NE 555 può essere compresa tra 4,5 e 18 V massimi. Per l'apparecchio è stata prevista l'alimentazione con una pila da 9 V, che può trovare posto senza problemi all'interno del contenitore. Per l'esatta regolazione del tempo s'impiega una manopola con indicatore e si disegna una scala ottenuta facendo delle prove. Si può impiegare anche una manopola graduata (vedere foto 7 di Tavola 2), con divisioni da 0 a 10 su un arco di 360°. Ai 280° di rotazione completa del potenziometro corrispondono le divisioni da 0 ad 8, cosicché si possono regolare direttamente i minuti con sufficiente precisione.
Dopo che questo temporizzatore è stato usato, il circuito deve restare scollegato per un certo tempo, prima di essere nuovamente utilizzato, perché è necessario che il condensatore elettrolitico si scarichi. Se la nota emessa dal multivibratore astabile si dovesse udire non appena acceso l'apparecchio, si deve spegnere l'interruttore e poi riaccenderlo.

Elenco dei componenti per il circuito del temporizzatore

C1	condensatore 22 nF
C2	condensatore 0,1 μF
C3, C4	2 condensatori 0,33 μF
C5	condensatore elettrolitico 250 μF/16 V
IS1	temporizzatore integrato NE 555 in contenitore mini DIP
L1-L6	6 ancoraggi
LSp1	capsula telefonica 50 Ω o altoparlante miniatura 8 Ω
R1	resistore 15 Ω
R2-R5	4 resistori 1 kΩ
R6	resistore 7,5 kΩ
R7	trimmer 10 kΩ
R8	resistore 12 kΩ
R9	resistore 27 kΩ
R10	potenziometro 1 MΩ lin.
S1	interruttore 1 via
T1-T3	3 transistori NPN per uso generale, p. es. BC 107, BC 184 o eq.
	basetta 60 × 90 mm
	zoccolo per integrato a 8 pin
	scatola TEKO mod. P/2
	pila 9 V

6. Gioco di luci mobili

Chi non ha visto e ammirato i giochi di luci mobili nelle decorazioni delle vetrine, nelle scritte pubblicitarie luminose o negli spettacoli teatrali? Il circuito per il pilotaggio di questo tipo di luci è un'interessante sfida all'hobbysta elettronico e verrà descritto in questo capitolo. Il primo circuito riguarda una serie di diodi LED che s'illuminano l'uno dopo l'altro in ambo le direzioni. Un circuito per il pilotaggio di lampade ad incandescenza a 220 V sarebbe stato troppo impegnativo e forse pericoloso per i principianti, ma possibile in via di principio. Con il secondo circuito è possibile programmare l'accensione di una serie di lampadine; si possono far accendere anche più lampadine contemporaneamente.

6.1 Funzionamento del gioco di luci

Il circuito di Fig. 6.1 è formato da 3 circuiti integrati (oscillatore, contatore e decodificatore) e da 10 transistori pilota collegati ai relativi LED.
La frequenza dell'oscillatore si può variare di alcuni Hertz con il potenziometro R22. Gli impulsi presenti all'uscita dell'oscillatore giungono all'ingresso per gli impulsi dell'integrato IS2, contatore avanti/indietro a decadi; esso conta in codice BCD. La sua "direzione" di conteggio può essere scelta con il commutatore S1. Le uscite in BCD giungono al decodificatore decimale IS3, che (nella posizione "avanti") attiva le uscite da 0 a 9 e tramite un transistore pilota collegato a ciascuna uscita, fa illuminare il relativo LED.

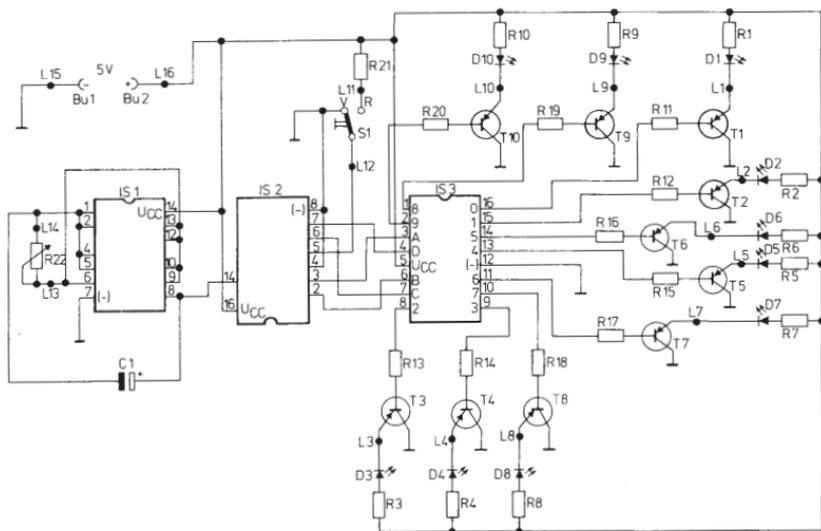



Fig. 6.1 Schema del gioco di luci mobili

6.2 L'oscillatore

La Fig. 6.2 mostra lo schema di principio dell'oscillatore, formato dai due trigger di Schmitt IS1, dalla resistenza R e dal condensatore C. I quattro ingressi del trigger di Schmitt sono collegati in parallelo.

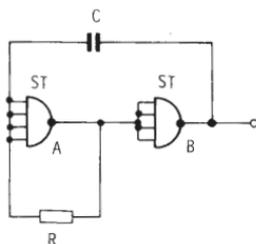



Fig. 6.2 Schema di principio dell'oscillatore (multivibratore astabile)

Supponiamo che l'ingresso del trigger di Schmitt A sia nello stato logico L; la sua uscita sarà allora a livello H e altrettanto dicasi per l'ingresso B di ST; l'uscita di ST è a livello L.
Il condensatore C si può caricare attraverso la resistenza R, finché la sua tensione non raggiunge la soglia superiore di ST A; cioè l'ingresso va ora a livello H e la sua uscita a livello L. Siccome un capo della resistenza è a livello L, il condensatore si può scaricare attraverso essa fino alla tensione di soglia inferiore, e in questo modo commuta nuovamente l'uscita. Questo processo si ripete periodicamente.

6.3 Il contatore

Il contatore sincrono decimale avanti/indietro conta in codice 8421 BCD da 0 a 9 o viceversa. Accanto ai pin per l'alimentazione esso ha tutta una serie di ingressi e di uscite (vederne le connessioni, Fig. 6.3). L'ingresso per gli impulsi è il pin 14 (clock). Esso viene collegato all'uscita degli impulsi dell'oscillatore. Per attivare

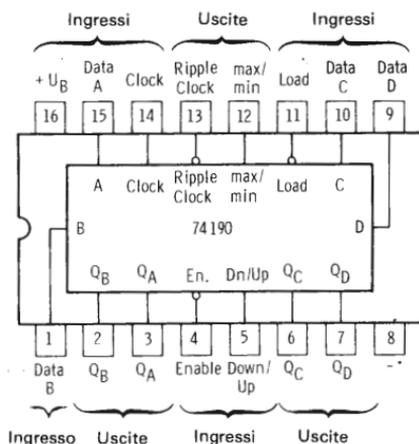



Fig. 6.3 Connessioni del contatore decimale avanti/indietro 74190

il contatore, si deve collegare il pin 4 (ingresso *enable*) a livello L (con un livello H a quest'ingresso, il contatore viene bloccato; *to enable* in inglese significa abilitare, permettere). Le uscite Q_A, Q_B, Q_C e Q_D sono collegate ai pin 3, 2, 6 e 7 e vengono collegate al decodificatore IS3. L'ingresso *down/up* permette il conteggio avanti e indietro. Per il conteggio avanti, questo ingresso deve essere a livello L, per il conteggio all'indietro, a livello H. Esso viene commutato con S1.

Ecco ora la descrizione completa del funzionamento del contatore. Attraverso gli ingressi per i dati da A a D e attraverso l'ingresso *load* relativo, il contatore si può predisporre in modo asincrono parallelo su un certo numero. Questo numero deve essere presente agli ingressi da A a D in codice BCD; esso viene trasmesso alle uscite da Q_A a Q_D quando l'ingresso *load* (in inglese: carico) va a livello L. Soltanto se l'ingresso load ritorna a livello H, il contatore prosegue nel conteggio. Altre due uscite sono *ripple clock* al pin 13 e max/min al pin 12. L'uscita max/min è a livello logico H quando il contatore raggiunge il numero 9 e il numero 0 nel conteggio all'indietro. L'uscita *ripple clock* è a livello L solo quando l'ingresso *enable* è L, l'uscita max/min è H e l'ingresso impulsi è a livello L. In base a questi speciali ingressi ed uscite controllati (*enable*, max/min e *ripple clock*), il contatore può essere esteso in molti modi (si dice che può venire "collegato in cascata").

6.4 Il decodificatore

Il decodificatore/pilota da BCD a decimale 74141 serve per pilotare i tubi ad indicazione numerica, i cosiddetti "*nixie*". Questi visualizzatori al giorno d'oggi non sono più usati, e sono stati sostituiti dai display a 7 segmenti. Il decodificatore è tuttavia ben adatto ai nostri scopi. Esso possiede 4 ingressi (dalla A alla D) per

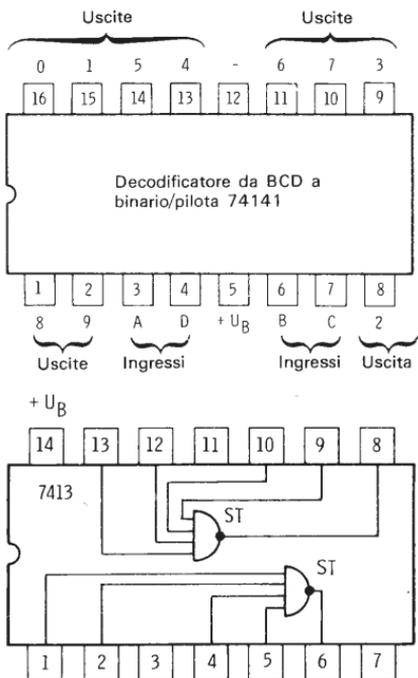



Fig. 6.4 Connessioni del doppio trigger di Schmitt NAND 7413 e del decodificatore BCD-decimale 74141, pilota per tubi indicatori numerici

l'introduzione delle cifre decimali codificate in codice BCD e 10 uscite protette in tensione per il pilotaggio diretto dei tubi ad indicazione numerica.

Con un segnale BCD agli ingressi dalla A alla D c'è sempre soltanto una delle uscite nello stato logico L, in modo tale che la cifra corrispondente di un tubo *nixie* venga collegata al negativo e possa così illuminarsi. Tutte le altre uscite si trovano allo stato logico H; esse sono pilotate dal collettore "aperto" di un transistore resistente alle alte tensioni. Ad ogni collettore è collegato verso il negativo un diodo Zener con una tensione di 55 V, cosicché le altre cifre del tubo *nixie* si trovano a tensione inferiore a quella d'innesco e le cifre non s'illuminano.

Foto 1. L'alimentatore è costituito dal trasformatore e dalla sezione regolatrice

Tavola 1

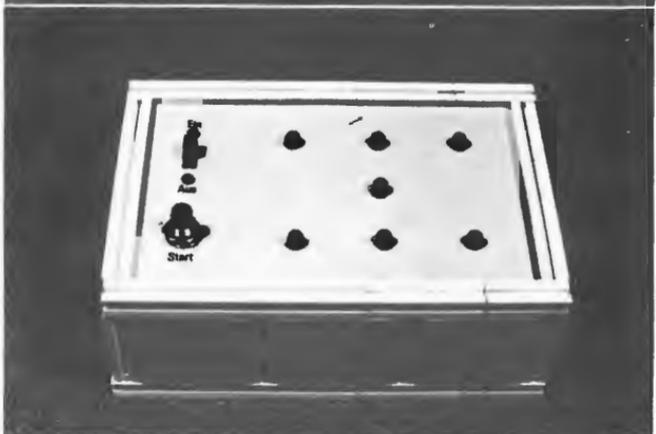



Foto 2. Il circuito del dado elettronico viene racchiuso in una scatola di plastica

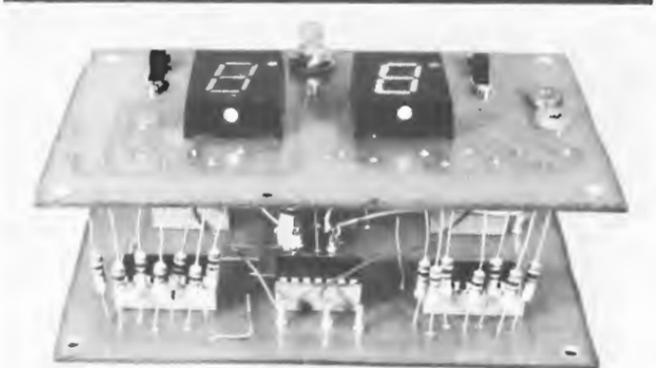



Foto 3. Il circuito del totocalcio elettronico è formato dalla basetta principale e dalla basetta con i display

Foto 4. Il totocalcio elettronico a montaggio ultimato

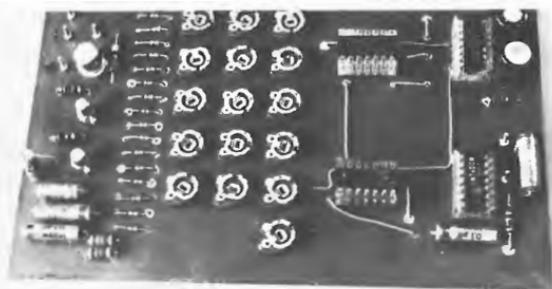



Foto 5. La basetta del carillon elettronico a montaggio ultimato

Tavola 2

Foto 6. La basetta del temporizzatore per la cottura delle uova

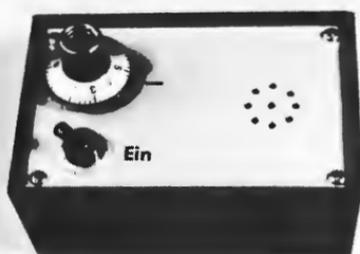



Foto 7. Il temporizzatore per la cottura delle uova racchiuso nel suo contenitore

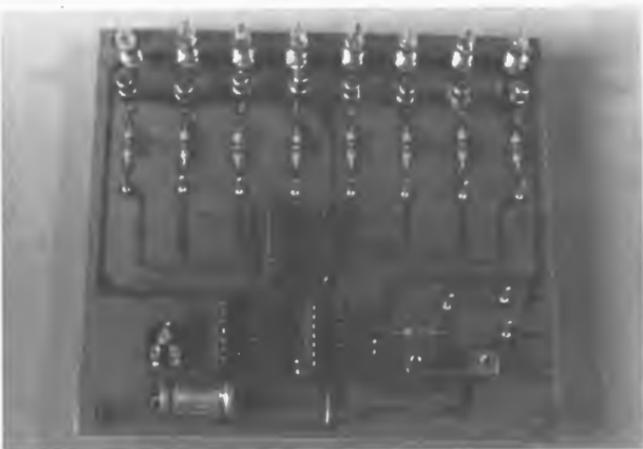



Foto 8. La basetta del gioco di luci programmabili; la programmazione avviene connettendo gli appositi ancoraggi tra di loro

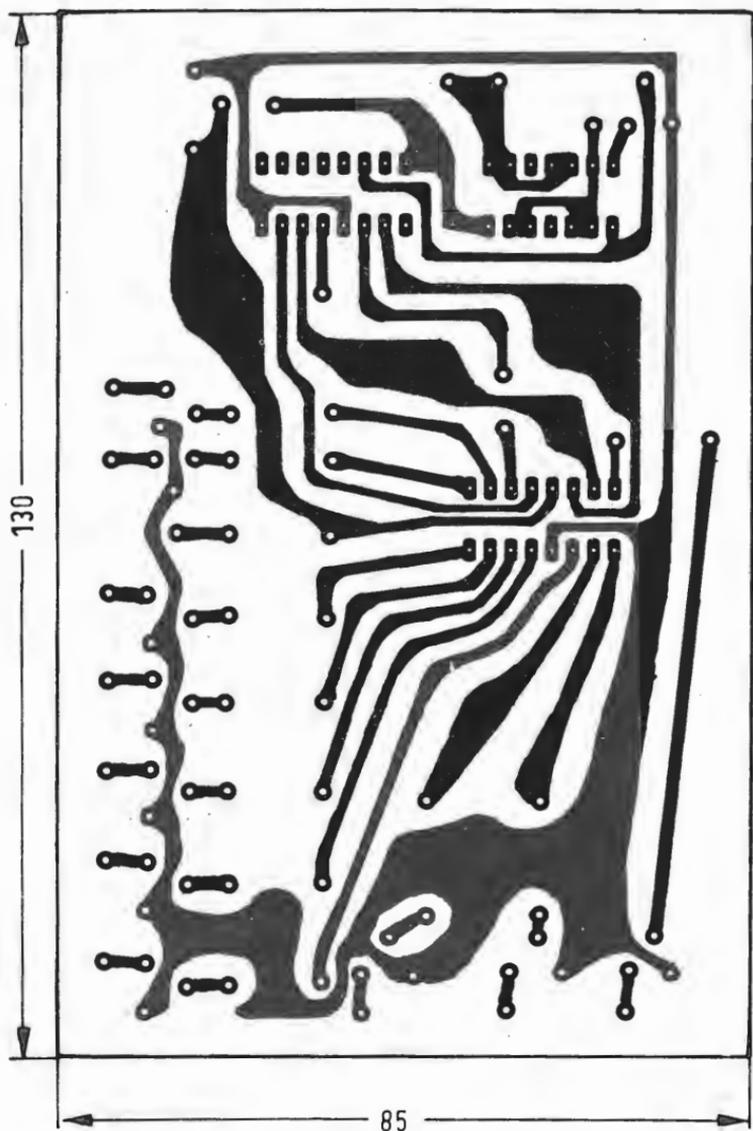



Fig. 6.5 Circuito stampato per la basetta del gioco di luci mobili

Siccome non vogliamo collegare un tubo *nixie*, a noi interessa solamente lo stato logico delle singole uscite.
L'uscita attivata è collegata al negativo ed agisce sul corrispondente transistore pilota (vedere Fig. 6.1), facendo così accendere il relativo LED. In Fig. 6.4 è visibile la zoccolatura del decodificatore.

6.5 Costruzione del gioco di luci mobili

La Fig. 6.5 mostra lo stampato di questo circuito e la Fig. 6.6 la disposizione dei componenti sulla basetta. Sulla basetta si devono saldare anche 3 ponticelli di filo.
I LED, il commutatore S1 e il potenziometro R22 possono essere racchiusi in un contenitore. Anche le due boccole Bu1 e Bu2 trovano posto sul contenitore. Gli anodi dei LED vengono collegati

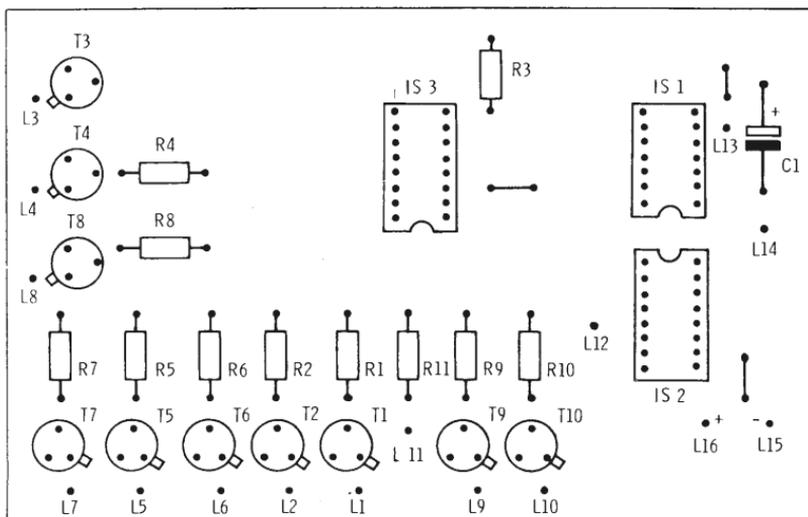



Fig. 6.6 Disposizione dei componenti sulla basetta di Fig. 6.5

Elenco dei componenti per il circuito del gioco di luci mobili

Bu1	presa isolata miniatura blu
Bu2	presa isolata miniatura rossa
C1	condensatore elettrolitico 250 μF/16 V
D1-D10	10 diodi LED
IS1	doppio trigger di Schmitt NAND 7413
IS2	contatore decimale sincrono avanti/indietro 74190
IS3	decodificatore/pilota da BCD a decimale
L1-L16	16 ancoraggi
R1-R10	10 resistori 47 Ω
R11-R20	10 resistori 910 Ω
R21	resistore 1 kΩ
R22	potenziometro 1 kΩ
S1	deviatore 1 via 2 posizioni
T1-T10	10 transistori PNP per uso generale p. es. BC 157, BC 177 o eq.
	1 zoccolo per integrato a 14 pin
	2 zoccoli per integrati a 16 pin
	basetta 85 × 130 mm
	scatola TEKO mod. P/3 o simile
	manopola per il potenziometro

tra loro e successivamente alla boccola Bu2 (+). Le resistenze limitatrici da R1 ad R10 vanno saldate verticalmente agli ancoraggi (da L1 ad L10) e poi collegate ai catodi dei LED nella giusta successione (nello schema i LED sono disegnati prima delle resistenze). Per far funzionare il circuito sono necessari 5 V (è possibile anche l'impiego di una pila piatta da 4,5 V).

6.6 Funzionamento del gioco di luci programmabili

Questo circuito è più interessante (Fig. 6.7).
L'oscillatore (IS1) è lo stesso di Fig. 6.2. Tuttavia gli impulsi di pilotaggio non vengono contati, ma vengono impiegati contemporaneamente per il pilotaggio di un registro a scorrimento e di un flip flop. Il registro a scorrimento è costituito da IS3 ed è un registro a scorrimento ad 8 bit con ingresso in serie ed uscita in parallelo.

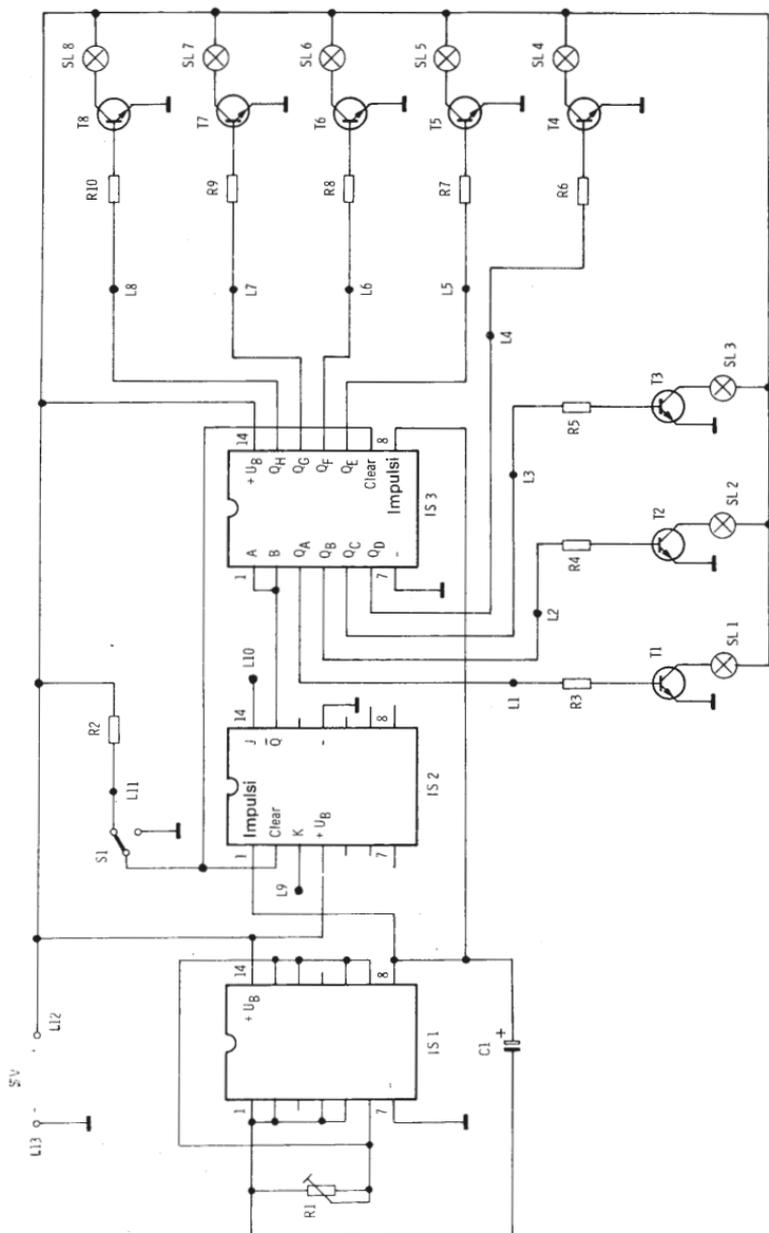



Fig. 6.7 Schema del gioco di luci programmabili

Le otto uscite parallelo da Q_A a Q_H pilotano ciascuna un transistore con una lampadina inserita nel circuito di collettore.
Il flip flop IS2 determina lo stato logico all'ingresso serie del registro a scorrimento e stabilisce in tal modo il bit di riferimento che viene letto e fatto scorrere all'interno del registro a scorrimento. Attraverso il commutatore S1 il flip flop ed il registro a scorrimento possono essere messi a zero (ingressi *clear* collegati al negativo), cosicché tutte le lampadine si spengono.

6.7 Il registro a scorrimento

Quando all'ingresso serie del registro a scorrimento è presente un livello H, con l'impulso seguente questo livello H viene "letto" dal registro a scorrimento e compare all'uscita Q_A. Se l'ingresso del registro a scorrimento va a livello L prima del prossimo impulso, con gli impulsi seguenti verrà fatto scorrere soltanto il livello H precedentemente letto (bit); esso comparirà successivamente a tutte le altre uscite fino a Q_H. Perciò le lampadine si accenderanno e si spegneranno una dopo l'altra. Se l'ingresso serie rimane a livello H più a lungo, il registro può "leggere" più bit (corrispondenti ad altrettanti impulsi) e questi verranno fatti scorrere al suo interno. Questa volta compaiono alle uscite parallelo contemporaneamente più livelli H e le rispettive lampadine si illuminano. Il pilotaggio degli ingressi serie e perciò il periodo, durante il quale l'ingresso è a livello H, è determinato dal flip flop.

6.8 Il flip flop

La semplice tavola della verità si trova a pag. 56.
Per quanto riguarda l'ingresso *clear*, con un livello L il flip flop viene messo a zero, cioè indipendentemente dagli stati logici pre-

t_n		t_{n+1}	
J	K	Q	$\bar{Q}$
L	L	nessuna variazione	
H	L	H	L
L	H	L	H
H	H	variazione	

senti agli ingressi J e K, l'uscita Q va a livello L e l'uscita $\bar{Q}$ va a livello H.
L'uscita $\bar{Q}$ del flip flop è collegata all'ingresso serie del registro a scorrimento. Prima di azionare l'apparecchio, sia il flip flop che il registro vengono messi a zero con il commutatore S1. Allora tutte le lampadine si spengono e all'ingresso serie del registro vi è un segnale H ($\bar{Q}$ del flip flop è a livello H). Il simbolo t_n corrisponde allo stato prima dell'impulso di commutazione, mentre t_{n+1} corrisponde allo stato logico assunto dopo l'impulso di commutazione.
Ad un dato impulso viene "letto" un bit di riferimento da parte del registro; questo bit di riferimento è determinato dall'uscita Q del flip flop e dipende dal collegamento degli ingressi J e K.

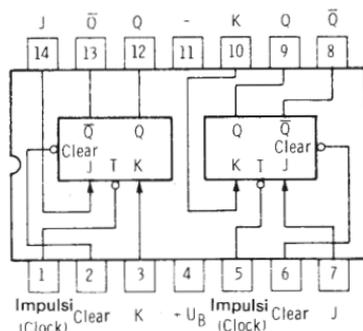



Fig. 6.8 Connessioni del doppio flip flop JK master slave 7473

Gli ingressi J e K del flip flop sono collegati agli ancoraggi L9 ed L10. Alle uscite parallelo del registro a scorrimento da Q_A a Q_H sono collegati altri ancoraggi (da L1 ad L8). L'ancoraggio L11 è sempre a livello H. Collegando gli ingressi J e K (L9 ed L10) del flip flop con gli ancoraggi da L1 ad L8 o L11, la commutazione del flip flop può essere variata a piacere (e perciò varia lo stato logico dell'ingresso serie del registro). Se per esempio l'ingresso J (L10) è collegato all'uscita Q_A (L1) e l'ingresso K (L9) è collegato all'uscita Q_H (L8), il flip flop commuta non appena l'uscita Q_A è a livello H. L'ingresso serie del registro va a livello L, cioè viene "letto" soltanto un bit. Solo quando questo bit è stato portato fino all'uscita Q_H, il flip flop commuta di nuovo e l'ingresso serie del registro va nuovamente a livello H. È chiaro che è possibile un notevole numero di combinazioni per far commutare il flip flop.

6.9 Costruzione del gioco di luci programmabili

Il circuito stampato di questo apparecchio è visibile in Fig. 6.9, in scala 1:1; la Fig. 6.10 mostra la disposizione dei componenti relativa. La foto 8 di tavola 2 mostra la basetta a montaggio ultimato. Due fili con degli innesti saldati ad un'estremità possono servire per collegare i punti L9 ed L10 (ingressi J e K del flip flop) ai punti da L1 ad L8 ed L11. Per il funzionamento di questo circuito si richiede una tensione di 5 V. Dopo aver collegato la tensione di alimentazione e dopo aver cambiato la posizione dei fili di collegamento, si deve azionare il commutatore S1, per mettere a 0 il flip flop ed il registro a scorrimento.

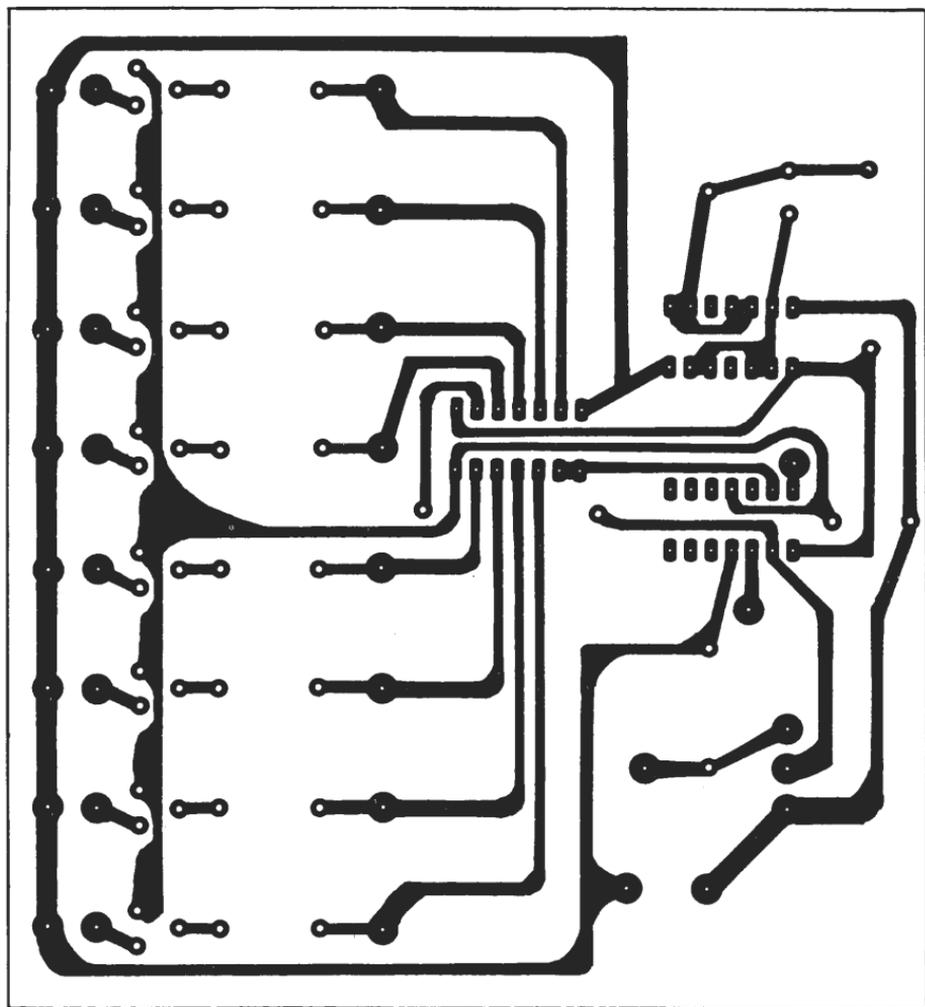



Fig. 6.9 Circuito stampato per la basetta del gioco di luci programmabili

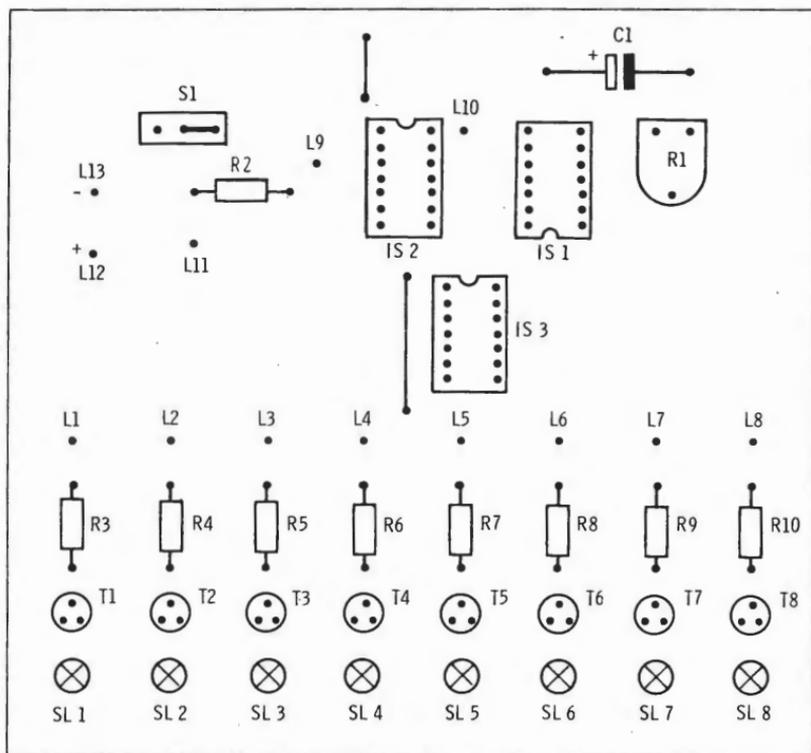



Fig. 6.10 Disposizione dei componenti sulla basetta di Fig. 6.9

Elenco dei componenti per il circuito del gioco di luci programmabili

C1	condensatore elettrolitico 250 μF/16 V
IS1	doppio trigger di Schmitt NAND 7413
IS2	doppio flip flop JK master slave 7473
IS3	registro a scorrimento a 8 bit 74164
L1-L13	13 ancoraggi
R1	trimmer 1 kΩ
R2	resistore 2,2 kΩ
R3-R10	8 resistori 3,3 kΩ
S1	deviatore 1 via 2 posizioni
SL1-SL8	8 lampadine miniatura 6 V/30 mA, formato E 5,5
T1-T8	8 transistori NPN per uso generale p. es. BC 107 o eq.
	8 supporti per lampadine E 5,5 per circuito stampato
	basetta 120 × 125 mm
	4 spinotti per gli ancoraggi

7. Generatore di note elettronico

Nella musica sempre più spesso vengono prodotte le note ed elaborati i toni per via elettronica. Questo vale dagli organi elettronici attraverso i vari generatori di ritmo ed i sintetizzatori fino alla musica da computer. Qui di seguito viene descritto un circuito con il quale, con mezzi semplici, può essere generato un gran numero di note.

7.1 Funzionamento del circuito

Lo schema è riportato in Fig. 7.1. Esso è formato da un oscillatore a dente di sega (T1), da un multivibratore astabile (IS1), da un multivibratore astabile pilotato in tensione (T3, T4), da un contatore (IS2) e da uno stadio amplificatore (T5, T6).
La tensione a dente di sega (la cui frequenza si può variare tramite il trimmer R17), generata da un transistore unigiunzione (UJT, T1) passa attraverso uno stadio disaccoppiatore a transistore (T2) e modula un multivibratore astabile impiegante il temporizzatore 555 (IS1). I componenti che determinano la frequenza del multivibratore sono il trimmer R11, la resistenza R16 e il condensatore C3.
La tensione ad onda quadra doppiamente regolabile in frequenza tramite R11 ed R17 giunge all'ingresso del contatore decimale (IS2). Alle uscite del contatore la frequenza d'ingresso è presente in ben determinati rapporti. Le uscite vengono disaccoppiate dai diodi D1-D4. La grandezza delle singole tensioni d'uscita è regolabile con i trimmer R12-R15 e determina la frequenza del multivibratore astabile controllato in tensione (T3, T4, C1, C2, R8,

R9). Il volume dell'amplificatore a due stadi formato da T5 e da T6 si può regolare con R10.

7.2 Costruzione del circuito

Il circuito stampato per la basetta è mostrato in Fig. 7.2, mentre in Fig. 7.3 si può vedere la disposizione dei componenti sulla basetta. I quattro interruttori a slitta vanno saldati sulla basetta. Si devono impiegare trimmer ai quali sia applicabile un piccolo perno. Se non è disponibile una presa per altoparlante per montaggio sullo

Elenco dei componenti per il circuito del generatore di note

Bu1	presa per altoparlante, esecuzione per circuito stampato
C1, C2	2 condensatori 0,1 μF
C3	condensatore 1 μF
C4	condensatore al tantalio 2,2 μF/16 V
D1-D4	4 diodi al silicio per uso generale p. es. BA 127, 1 N 914 o eq.
IS1	temporizzatore NE 555
IS2	contatore decimale 7490
L1, L2	2 ancoraggi
LSp1	altoparlante 8 Ω/5 W
R1	resistore 100 Ω
R2, R3	2 resistori 470 Ω
R4	resistore 1 kΩ
R5, R6	2 resistori 2,2 kΩ
R7	resistore 3,3 kΩ
R8, R9	2 resistori 4,7 kΩ
R10	trimmer 5 kΩ
R11-R15	5 trimmer 25 kΩ
R16	resistore 33 kΩ
R17	trimmer 100 kΩ
	(resistori da 1/4 W, 5%)
	(trimmer per montaggio orizzontale)
S1-S4	4 interruttori a slitta
T1	transistore unigiunzione per uso generale, p. es. 2N 2646 o eq.
T2-T5	4 transistori NPN per uso generale p. es. BC 107, BC 147, BC 171 o eq.
T6	transistore di potenza NPN BD 137 o eq.
	dissipatore per T6
	zoccoli per integrati a 8 e a 14 pin
	7 perni per i trimmer
	basetta 100 × 160 mm

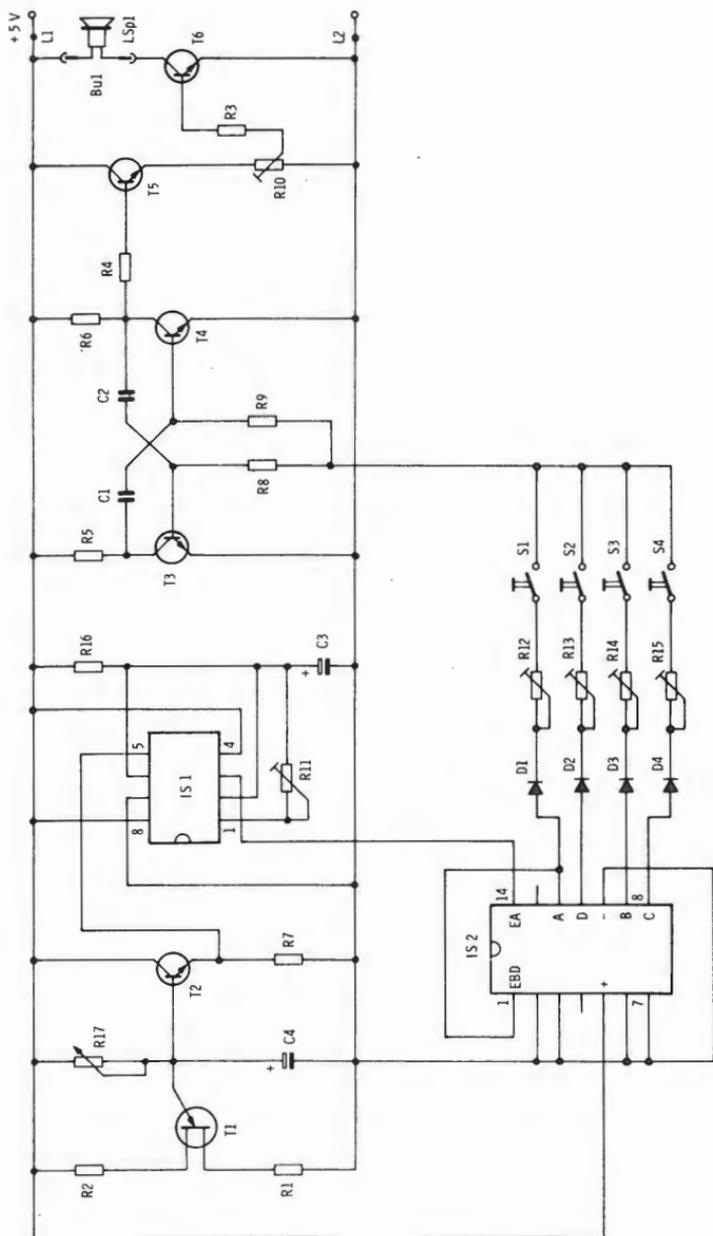



Fig. 7.1 (sopra) Schema del generatore di note
Fig. 7.2 (sotto) Circuito stampato per la basetta del generatore di note

160
100

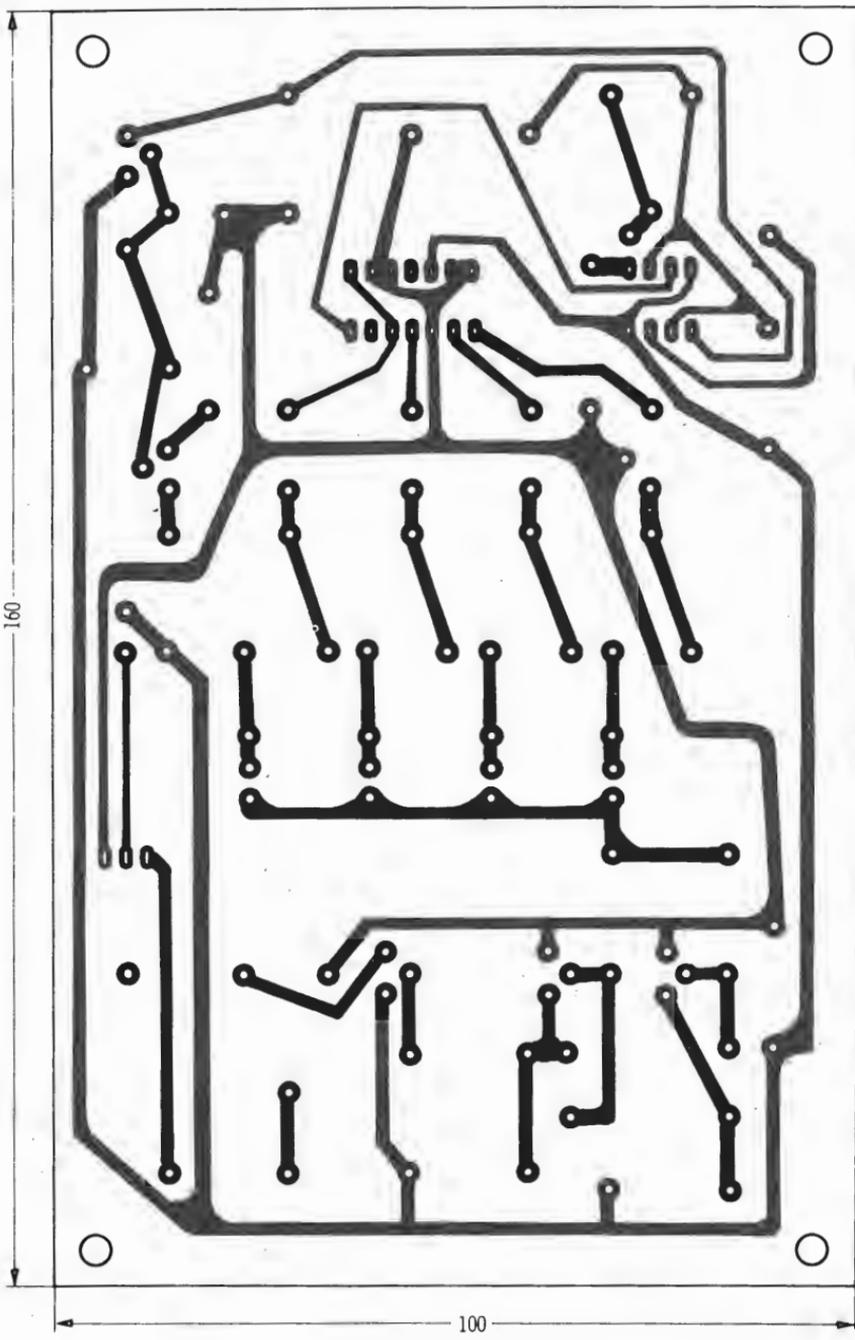
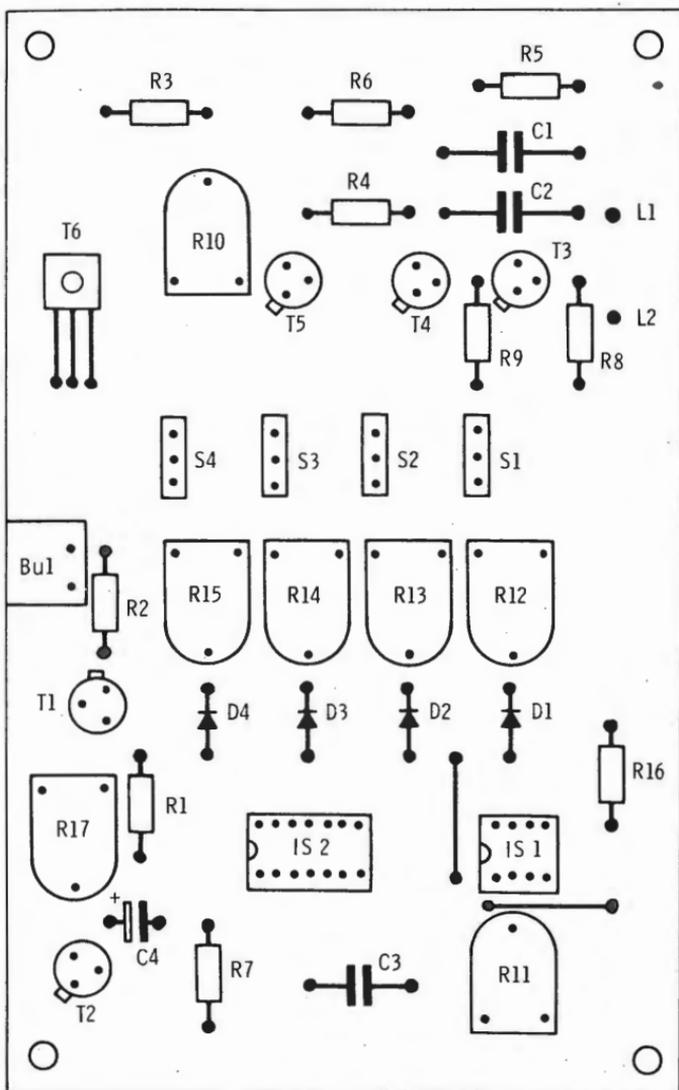



Fig. 7.3 Disposizione dei componenti sulla basetta di Fig. 7.2

stampato, l'altoparlante si può collegare direttamente con due pezzi di filo. Sulla basetta sono da saldare altri due ponticelli di filo. Il transistore T6 dev'essere provvisto di un dissipatore. Per l'alimentazione si impiega una tensione di +5 V. Si può utilizzare anche una pila piatta da 4,5 V. Le connessioni dei transistori T1 e T6 sono visibili in Fig. 7.4. La foto 9 di tavola 3 mostra la basetta a montaggio ultimato.

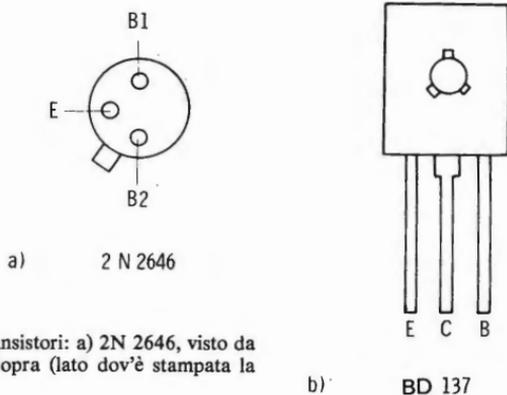



Fig. 7.4 Connessioni dei transistori: a) 2N 2646, visto da sotto; b) BD 137, visto da sopra (lato dov'è stampata la sigla)

7.3 Impiego

A seconda dell'interruttore a slitta azionato, compare in altoparlante una delle note predeterminate. Ruotando i potenziometri, si può variare la frequenza delle note.
È anche possibile produrre ancora più note grazie ad altre combinazioni di diodi e resistenze e portare gli interruttori sul pannello frontale. Comunque le note prodotte sono costituite da oscillazioni ad onda quadra, sono ricche di armoniche e danno l'impressione di non essere suoni naturali, ma elettronici.

8. Provariflessi

Descriveremo qui di seguito un circuito per provare i riflessi con il quale il tempo di reazione di una persona può essere misurato al cinquantesimo di secondo.
La misura del tempo di reazione di un individuo non è soltanto un divertente passatempo. Questo apparecchio attesta visibilmente che il tempo di reazione aumenta con la stanchezza e con il consumo d'alcool. Questa prova dovrebbe essere fatta da tutti gli automobilisti che vogliono intraprendere un viaggio in automobile dopo aver consumato bevande alcooliche.

8.1 Funzionamento del circuito

Qualche secondo dopo aver azionato il tasto "reset" (S2), il diodo LED rosso "alert" (D2) s'illumina. Contemporaneamente si ode un suono in altoparlante (generato da un multivibratore) e i due stadi contatori vengono pilotati da impulsi a frequenza di 50 Hz. Dopo che è stato emesso il segnale acustico ed ottico, la persona che si sottopone al test deve premere il pulsante "stop" (S1).
Il segnale acustico scompare, si accende il diodo verde "alt" (D3) e i numeri visualizzati si fermano, cosicché si può leggere sui due display a sette segmenti il tempo di reazione in cinquantesimi di secondo. Lo schema è visibile in Fig. 8.1.

8.2 Alimentatore e produzione degli impulsi a 50 Hz

Al secondario del trasformatore di alimentazione Tr è collegato il

Foto 9. (a sinistra) La basetta del generatore di note; gli interruttori ed i potenziometri sono facilmente accessibili
Foto 10. (a destra) La basetta principale del provariflessi a montaggio ultimato

Tavola 3

Foto 11. (a sinistra) Le resistenze limitatrici di corrente collegano la basetta principale alla basetta con i display
Foto 12. (a destra) Il provariflessi a montaggio ultimato

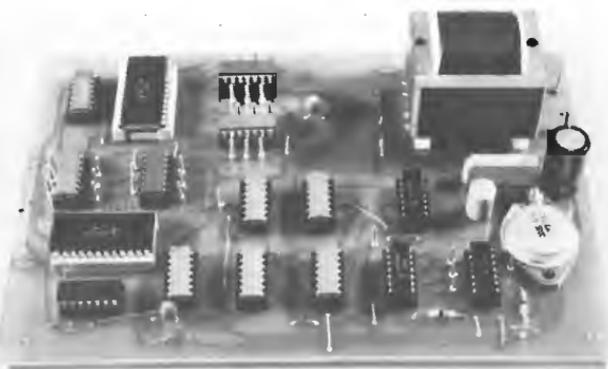



Foto 13. La basetta dell'orologio digitale; lo stabilizzatore di tensione dev'essere fissato ad un dissipatore

Tavola 4

Foto 14. L'orologio digitale all'interno del contenitore

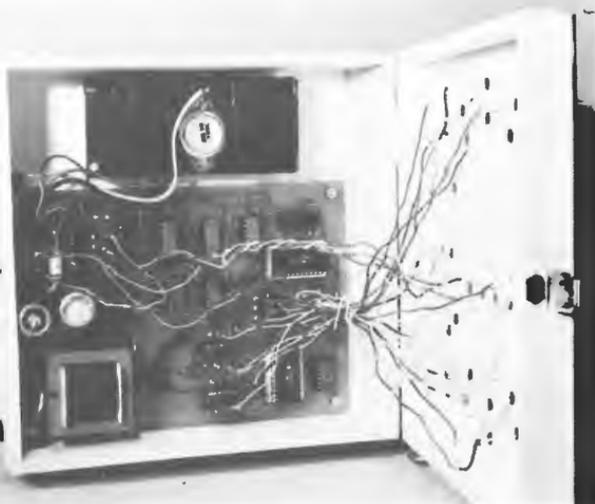



Foto 15. (in basso a sinistra) La basetta del circuito aggiuntivo per calcolatore tascabile

Foto 16. (in basso a destra) Il circuito aggiuntivo a montaggio ultimato; ad esso è collegato il calcolatore tascabile

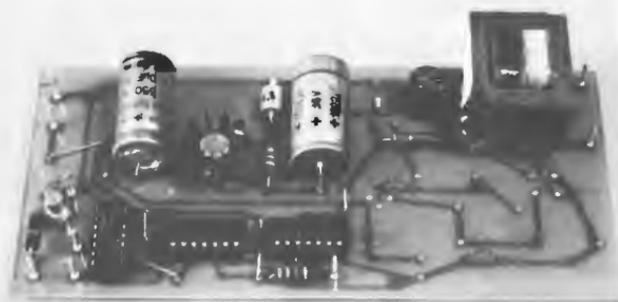
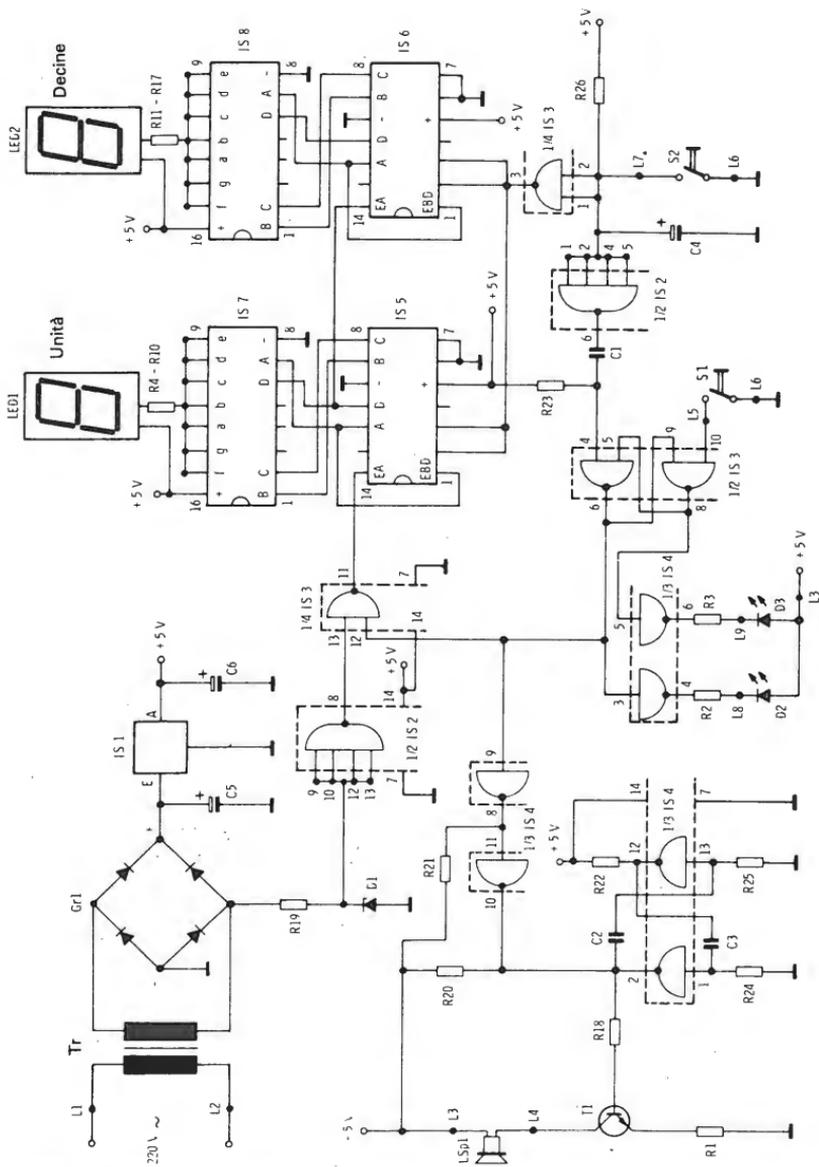



Fig. 8.1 Schema del provariflessi

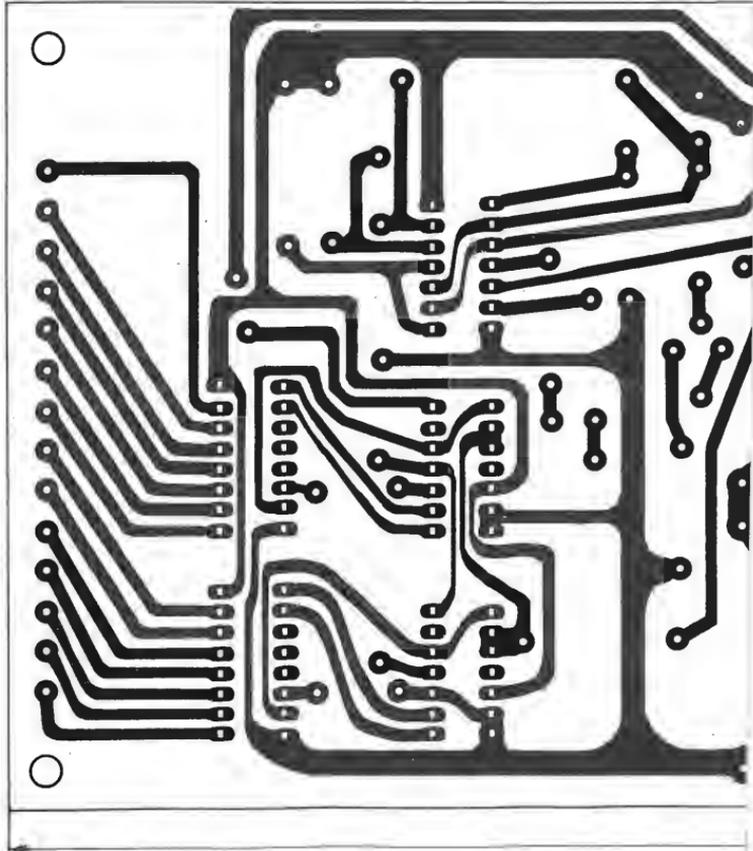
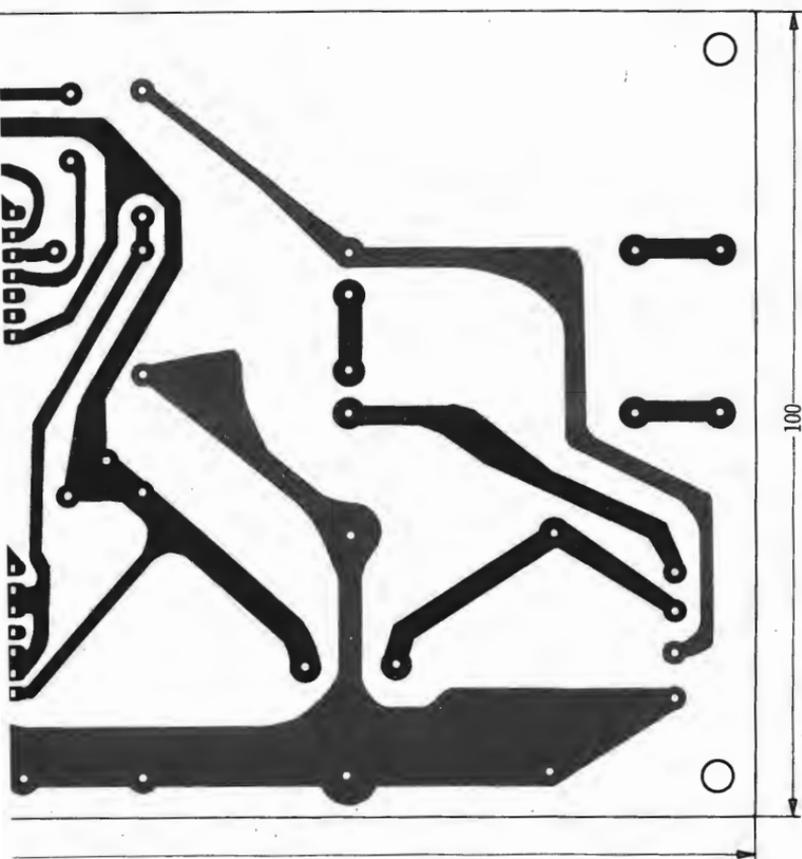
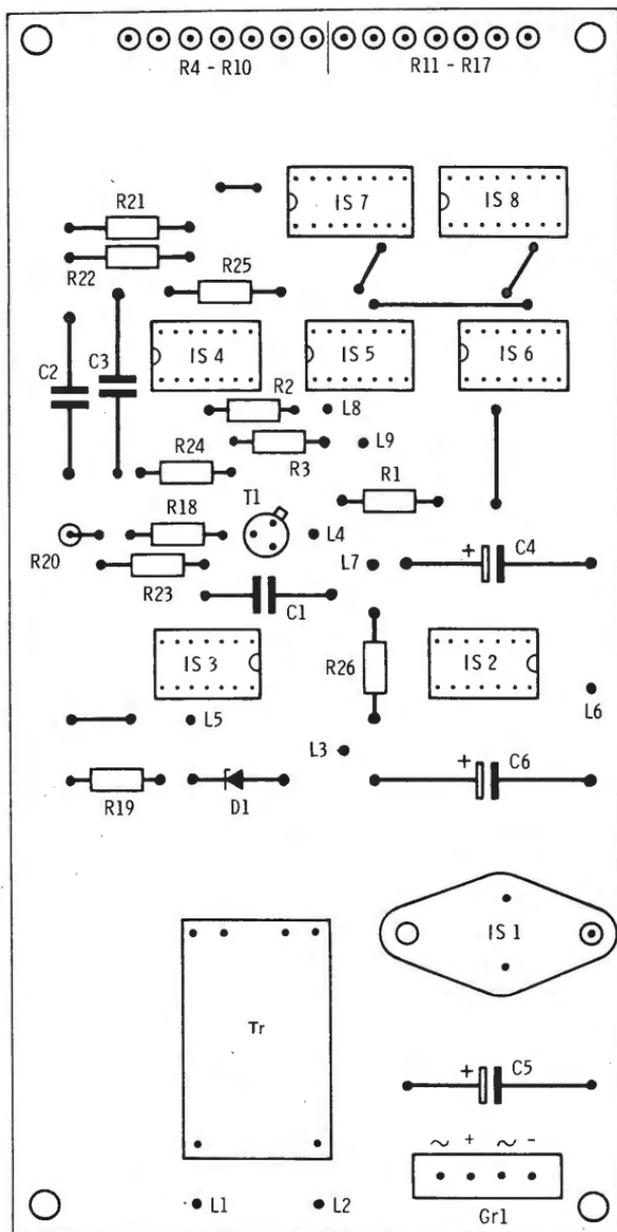



Fig. 8.2 Circuito stampato della basetta principale

raddrizzatore a ponte Gr1. Lo stabilizzatore di tensione IS1 e i condensatori elettrolitici C5 e C6 stabilizzano la tensione di alimentazione a +5 V.
Tramite la resistenza R19 vengono prelevati dal trasformatore di alimentazione gli impulsi a frequenza di rete (50 Hz); con il diodo

Zener D1 essi vengono limitati in ampiezza e vengono trasformati in impulsi quadri da un trigger di Schmitt (1/2 IS2). Gli impulsi quadri a 50 Hz sono sempre presenti ad un ingresso della porta NAND. La porta NAND è tuttavia bloccata da un livello L sul suo secondo ingresso, sicché gli impulsi non vengono elaborati.

R4 - R10
R11 - R17
R21
IS 7
IS 8
R22
R25
C2
C3
IS 4
IS 5
IS 6
R2
L8
R24
L9
R3
R1
R18
T1
L4
R20
L7
C4
R23
C1
IS 3
R26
IS 2
L6
L5
L3
C6
R19
D1
IS 1
Tr
C5
Gr1
L1
L2

Elenco dei componenti per il circuito del provariflessi

C1	condensatore 0,1 μF
C2, C3	2 condensatori 0,33 μF
C4, C5	2 condensatori elettrolitici 1000 μF/16 V
C6	condensatore elettrolitico 2000 μF/6 V
D1	diodo Zener 5,1 V
D2	LED rosso
D3	LED verde
Gr1	raddrizzatore a ponte B 40/C 1500
IS1	stabilizzatore di tensione a 5 V TBA 325 A o LM 309 K
IS2	doppio trigger di Schmitt NAND 7413
IS3	quadrupla porta NAND 7400
IS4	sestuplo invertitore-pilota 7406
IS5, IS6	2 contatori decimali 7490
IS7, IS8	2 decodificatori-piloti da BCD a 7 segmenti 7447
LED1, LED2	2 display a 7 segmenti a LED DL 747
L1-L9	9 ancoraggi
LSp1	altoparlante miniatura 8 Ω/0,2 W
R1-R3	3 resistori 47 Ω
R4-R17	14 resistori 150 Ω
R18	resistore 470 Ω
R19-R23	5 resistori 1 kΩ
R24, R25	2 resistori 2,2 kΩ
R26	resistore 10 kΩ
S1, S2	2 pulsanti normalmente aperti
T1	transistore NPN per uso generale p. es. BC 107 o eq.
Tr	trasformatore di rete 220 V/2 × 6 V, 9,6 VA oppure 12 V/9,6 VA
	cavo con spina
	5 zoccoli per integrati a 14 pin
	2 zoccoli per integrati a 16 pin
	2 basette 100 × 200 mm

8.3 Produzione del segnale di alert

All'ingresso del secondo trigger di Schmitt dell'integrato IS2 è presente, attraverso la resistenza R26, un livello H (+5 V).
Al medesimo punto è collegato il condensatore elettrolitico C4, il pulsante S2 e una porta NAND collegata come invertitore. Il condensatore C4 è caricato a una tensione positiva. L'uscita del trigger di Schmitt è collegata attraverso il condensatore C1

Fig. 8.3 (a sinistra) Disposizione dei componenti sulla basetta principale di Fig. 8.2

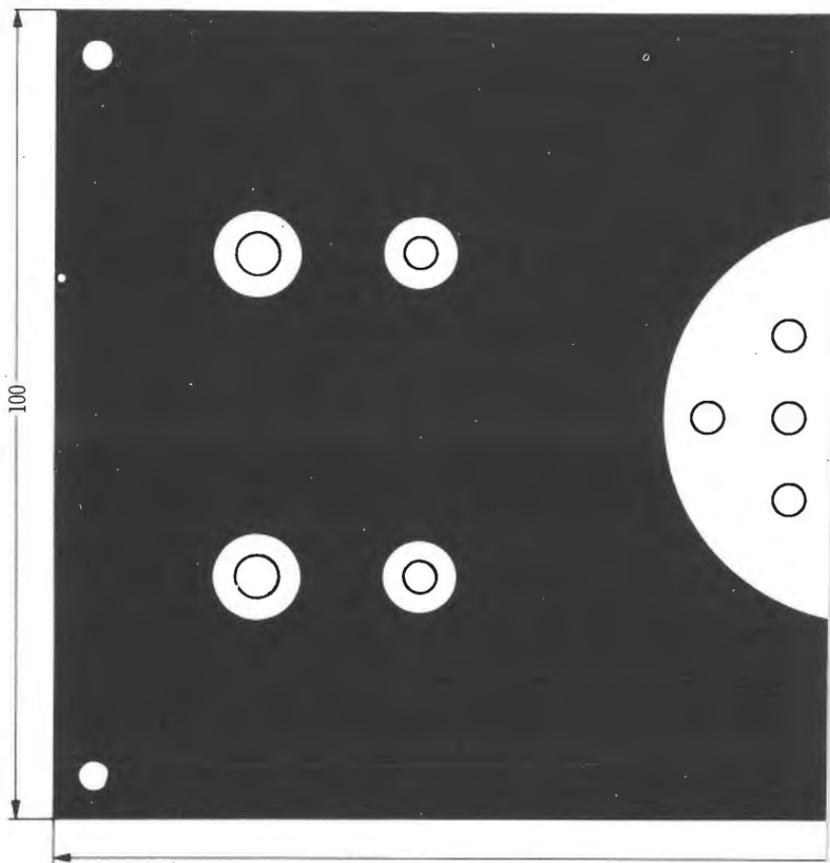
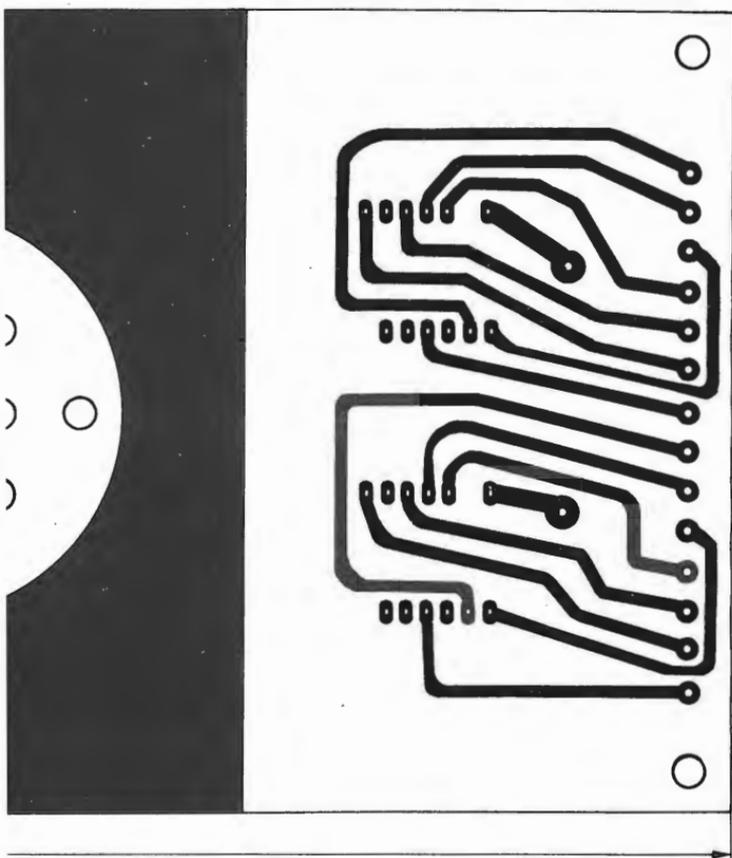



Fig. 8.4 Circuito stampato della basetta con i display

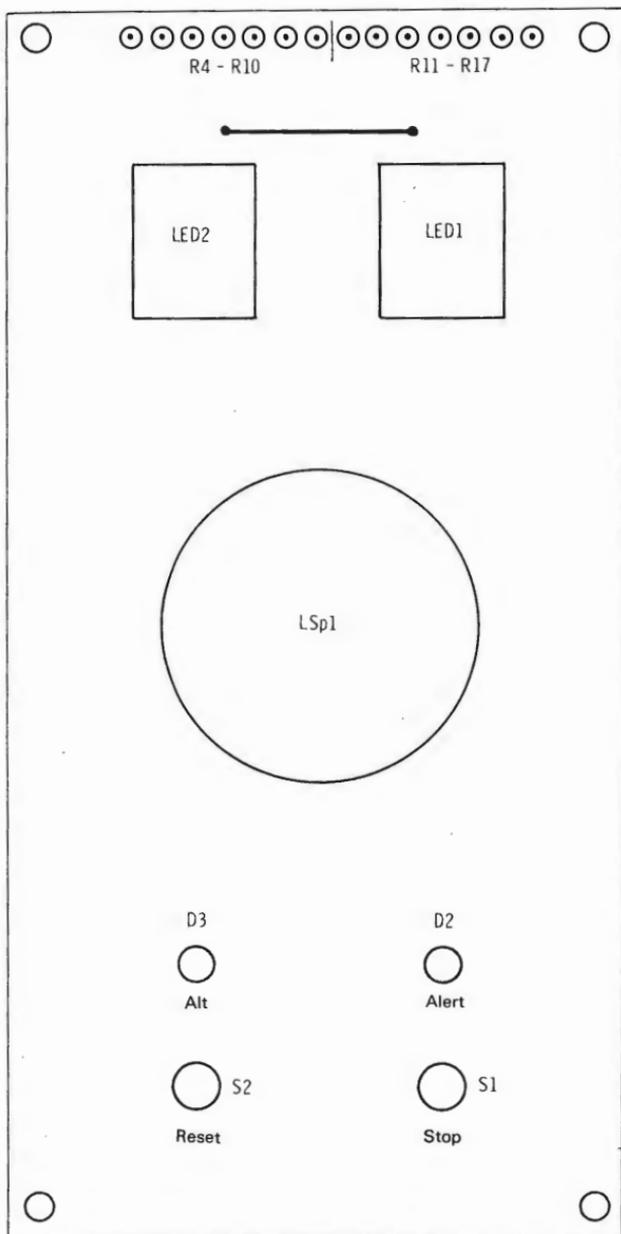
all'ingresso di predisposizione di un flip flop RS. Allo stesso ingresso del flip flop è presente un livello H, grazie alla resistenza R23. Supponendo di aver premuto una volta il tasto di "stop" (S1) (livello L all'ingresso di resettaggio del flip flop RS), l'uscita 6 è a livello L e blocca perciò attraverso l'ingresso 12 la porta NAND e perciò gli impulsi di conteggio. Se ora si preme brevemente il

pulsante "reset" S2, il condensatore C4 si scarica. L'uscita della porta NAND collegata come invertitore va a livello H ed entrambi i contatori IS5 ed IS6 vengono riportati a zero. L'ingresso del trigger di Schmitt è L e la sua uscita H. Questo però non provoca nulla. Soltanto quando il condensatore C4 si è caricato attraverso R26 alla tensione di soglia del trigger di Schmitt, l'uscita del trig-

ger di Schmitt si porta immediatamente ad L. Quest'impulso giunge attraverso il condensatore C1 all'ingresso di predisposizione del flip flop e lo commuta in modo che la sua uscita 6 sia ora a livello H e la porta NAND lasci passare gli impulsi di conteggio.

8.4 I segnali acustici ed ottici

Nello schema sono presenti 6 invertitori contenuti nell'integrato IS4 (7406, vedere Fig. 8.7). Questi invertitori possiedono uscite con collettore "aperto", cioè il transistore d'uscita non possiede una resistenza di collettore interna. Questa resistenza dev'essere collegata dall'esterno. Gli invertitori possono contemporaneamente servire da stadi piloti. Questo fatto viene sfruttato per il pilotaggio dei diodi LED D2 e D3. Il LED rosso "alert" si illumina quando il flip flop è predisposto (uscita 6 a livello H), il diodo verde "alt" D3, si illumina invece quando il flip flop è inibito (uscita 8 a livello H).
Due invertitori dell'integrato IS4 formano, unitamente ai condensatori C2 e C3 e alle resistenze R24 ed R25 un multivibratore astabile per la produzione del segnale acustico. Le resistenze di collettore dei due invertitori sono R20 ed R22. Il multivibratore astabile è tuttavia in funzione solo quando entrambi gli invertitori sono alimentati con i +5 V. Se il flip flop non è predisposto (livello L all'uscita 6, NAND bloccato, D2 spento), all'estremità inferiore della resistenza R20 attraverso i due invertitori connessi in cascata è presente un livello L e il multivibratore astabile non è in funzione. Soltanto quando il flip flop viene attivato, un ramo del multivibratore riceve la tensione di alimentazione e può allora lavorare. Il segnale acustico viene amplificato dal transistore T1 ed è udibile attraverso l'altoparlante LSp1.

Fig. 8.5 (a destra) Disposizione dei componenti sulla basetta con i display di Fig. 8.4

R4 - R10
R11 - R17
LED2
LED1
LSp1
D3
D2
Alt
Alert
S2
S1
Reset
Stop

8.5 Contatore e circuito di visualizzazione

I due contatori decimali IS5 ed IS6 del tipo 7490 sono collegati uno dopo l'altro e formano assieme un contatore per 100. I due circuiti integrati del tipo 7447 (IS7 ed IS8) sono decodificatori/piloti da BCD a 7 segmenti. Essi pilotano ciascuno un display a 7 segmenti del tipo Data Lit 747. I collegamenti (7 per ciascuno) con i display a sette segmenti sono appena accennati in Fig. 8.1. Anche le resistenze limitatrici di corrente non sono state disegnate tutte.

8.6 Costruzione del circuito

L'apparecchio è formato da due basette, la basetta principale e la basetta con i display. La basetta con i display monta i display a sette segmenti, l'altoparlante, i due pulsanti e i diodi LED. Entrambe le basette sono collegate tra di loro con le 14 resistenze limitatrici di corrente R4-R17 (vedere foto 11 di Tavola 3); le due basette possono venir fissate tra di loro da 4 distanziatori o da quattro distanziatori a vite da 5 mm.
Lo stampato della basetta principale è mostrato in Fig. 8.2, mentre in Fig. 8.3 è visibile la disposizione dei componenti su questa basetta. Sono da saldare ancora 6 ponticelli di filo. La foto 10 di Tavola 3 mostra l'aspetto della basetta principale a montaggio ultimato. La zoccolatura degli integrati IS1, IS3 ed IS4 si può vedere nelle Fig. 8.6 ed 8.7.
In Fig. 8.4 è visibile lo stampato della basetta con i display e la Fig. 8.5 ne mostra la disposizione dei componenti. Sulla basetta con i display, dal lato rame, si deve saldare un ponticello di filo isolato. Questo punto (+5 V) viene collegato ad un capo dell'altoparlante, agli anodi dei diodi LED e ad L3. Inoltre i collegamenti dell'altoparlante, dei diodi LED e dei pulsanti devono essere connessi agli ancoraggi L4-L9. I punti dove le resistenze R4-R17 ven-

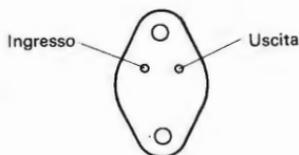



Fig. 8.6 Connessioni del TBA 325 A visto da sotto

gono saldate alla basetta con i display non vengono forati. Si saldano solamente le resistenze dal basso. Agli ancoraggi L1 ed L2 vengono fissati dei capicorda, collegati al cavo di alimentazione. I collegamenti, peraltro corti, di L1 ed L2 al trasformatore di rete sono sotto tensione alternata a 220 V e vengono ricoperti con nastro isolante. L'apparecchio completo si può vedere in foto 12 di Tavola 3.

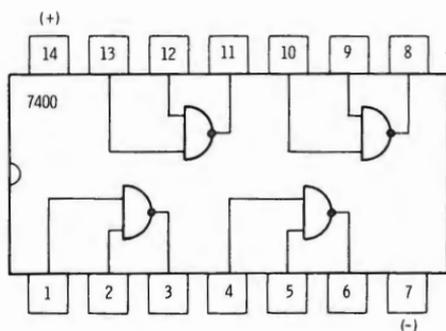
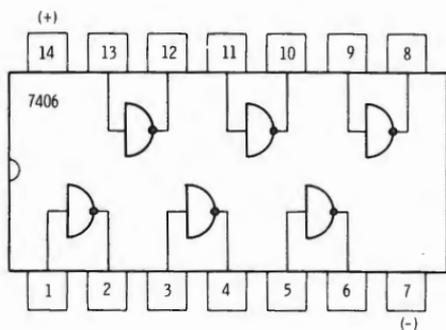



Fig. 8.7 Connessioni dei circuiti integrati 7400 e 7406

9. Orologio digitale “classico”

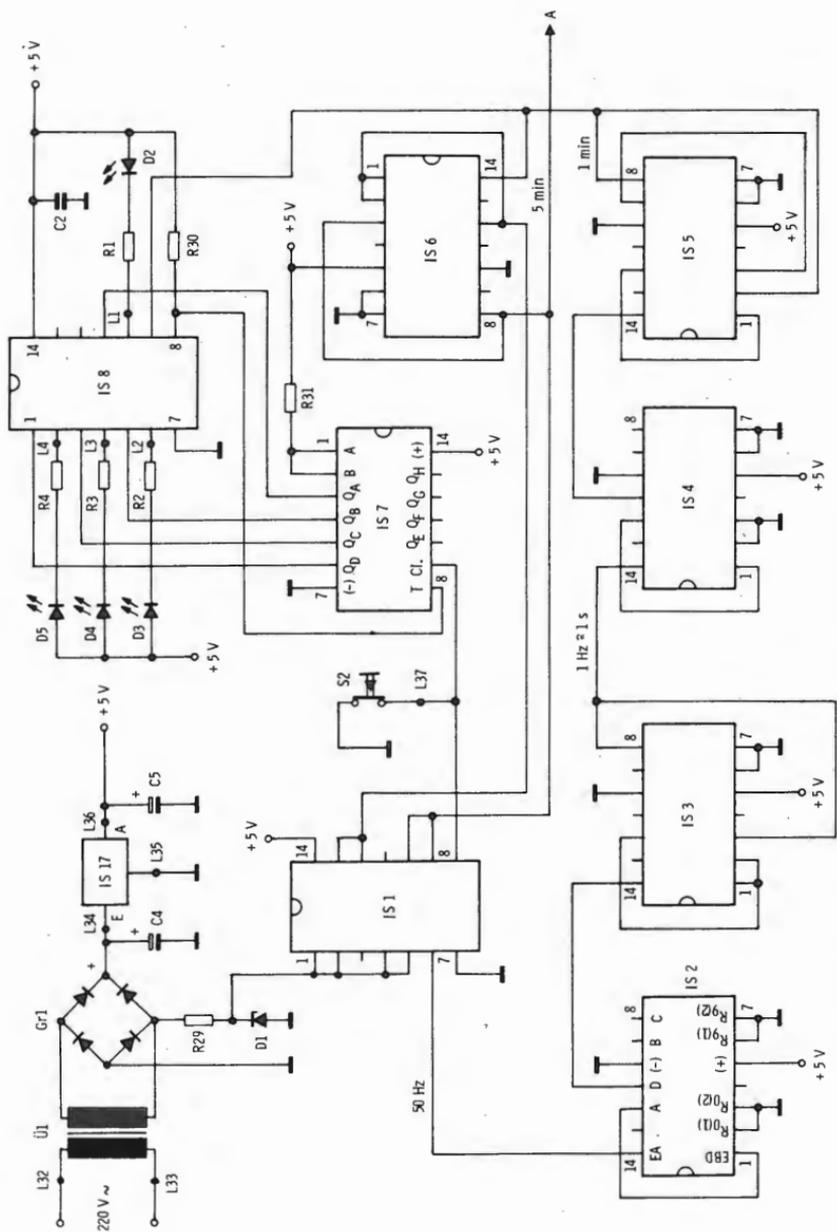
Negli ultimi anni sono comparsi molti schemi di orologi digitali; essi si possono acquistare anche in scatola di montaggio. Generalmente l’orologio è formato da un solo circuito integrato ad alta integrazione. L’ora si legge su un display a sette segmenti.
Qui di seguito si prende in esame un orologio digitale, nel quale la visualizzazione dell’ora avviene attraverso diodi LED, disposti come in un orologio a lettura tradizionale. Il circuito può essere racchiuso in un contenitore in legno e, se l’esecuzione del contenitore è ben curata, l’orologio può diventare una parte dell’arredamento della casa. In questo campo, alla fantasia dell’obbysta non vengono posti limiti.

9.1 Funzionamento del circuito

Lo schema a blocchi è mostrato in Fig. 9.1. Come si vede, il circuito è formato da una serie di contatori e divisori, com’è cosa usuale negli orologi digitali con display a sette segmenti. Il segnale a 50 Hz da dividere è prelevato dalla rete; i 50 Hz della frequenza di rete rimangono mediamente abbastanza costanti se misurati durante un lungo lasso di tempo.
Il segnale sinusoidale viene trasformato in onda quadra mediante un trigger di Schmitt e in seguito diviso per 50 (1 secondo) e poi per 60 (1 minuto). L’impulso dei minuti giunge ad un divisore per 5, che pilota l’indicazione dei minuti e un divisore per 12. Il primo divisore per 12 fa sì che, attraverso un decodificatore e due stadi pilota si accenda ogni 5 minuti un LED verde del cerchio più esterno. Il secondo divisore per 12 è costruttivamente simile e pilota

Fig. 9.1 Schema a blocchi dell'orologio digitale

L32
Ü1
Gr1
220 V ~
L33
L34
IS 17
L36
+5 V
E
A
C4
L35
C5
R29
D1
IS 1
50 Hz
S2
L37
D5
D4
D3
R4
R3
R2
L4
L3
L2
IS 8
L1
R1
D2
R30
C2
IS 7
R31
IS 6
5 min
1 min
1 Hz ≙ 1 s
IS 2
IS 3
IS 4
IS 5

Figg. 9.2a (sopra) e 9.2b (sotto) Schema completo dell'orologio digitale

l'indicazione delle ore sul secondo cerchio, formato da 12 LED rossi. L'indicazione dei minuti è pilotata mediante un registro a scorrimento serie-parallelo e uno stadio pilota, cosicché si illuminano fino a 4 LED verdi contemporaneamente, che vanno sommati di volta in volta alle cinquine di minuti visualizzate. Tutto ciò sembra complicato, invece è molto facile da imparare. Le Fig. 9.2a e 9.2b mostrano il circuito completo.

9.2 Alimentazione e trigger di Schmitt

Per il funzionamento del circuito è necessaria una tensione di alimentazione stabilizzata di +5 V. Ciò si può ottenere con uno stabilizzatore di tensione a 3 terminali, che può fornire una corrente massima di 1 A. Come trasformatore si può impiegare un trasformatore di rete con tensione secondaria di 12 V, 0,8 A, oppure 2 × 6 V, 0,8 A, in esecuzione per circuiti stampati. Ad uno dei collegamenti del secondario è connesso un diodo Zener da 5,1 V, che limita la tensione alternata di 50 Hz per l'ingresso del trigger di Schmitt.
Il segnale alternato a 50 Hz limitato a circa 4,5 V giunge ad uno dei due trigger di Schmitt di IS1; là viene trasformato in un segnale ad onda quadra, perché i divisori possono lavorare solo con segnali a fianchi ripidi. Il segnale quadro è disponibile all'uscita, ossia al pin 6.

9.3 I divisori

Il contatore decimale integrato 7490 è formato principalmente da 4 flip flop JK. Essi sono collegati internamente in modo tale da formare un contatore per 5 e un contatore per 2. Per contare per 10, l'uscita A (pin 12) del primo flip flop deve essere collegata all'ingresso BD (pin 1) e l'impulso di conteggio dev'essere man-

dato all'ingresso A (pin 14). Il contatore conta allora in codice BCD 8421 fino a 9 e al decimo impulso ritorna a zero grazie ad un collegamento interno. Ecco la tabella della verità relativa:

Impulso	D	C	B	A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

Se il segnale d'uscita viene prelevato dall'uscita D (pin 8), otteniamo, rispetto all'impulso d'ingresso un segnale in rapporto 1:10 (divisore per 10).
Se si vuole ottenere un divisore per 5 (vedere IS3, Fig. 9.2a), il contatore deve tornare a zero al quinto impulso. Dalla tabella della verità vediamo che al quinto impulso le uscite A e C (pin 12 e 8) sono a livello logico H. Questi livelli H vengono collegati agli ingressi di resettaggio $R_{0(1)}$ ed $R_{0(2)}$. All'uscita C si può prelevare una frequenza pari a quella di ingresso diviso 5. Entrambi i divisori (IS2 ed IS3) sono collegati uno dopo l'altro e dividono il segnale d'ingresso a 50 Hz per 50, così da ottenere un impulso di uscita ad 1 Hz, corrispondente ad un periodo di 1 secondo.
IS4 è di nuovo un divisore per 10 ed IS5 un divisore per 6. IS5 ha le uscite B e C collegate agli ingressi di resettaggio. Si sa che le uscite B e C sono a livello logico H al sesto impulso. Quindi IS4 e

IS5 formano, uniti assieme, un divisore per 60. Il successivo contatore per 5 (IS6) è costruito come IS3. Gli impulsi spaziati tra di loro di 5 minuti vengono prelevati dall'uscita C (pin 8) e giungono al primo divisore per 12 (IS9).

9.4 Pilotaggio dei minuti

Ogni 5 minuti si accende un LED verde. I valori intermedi tra due cinquine di minuti vengono visualizzati con 4 LED verdi. Ciò si ottiene con un registro a scorrimento ad 8 bit con ingresso in serie ed uscita in parallelo (IS7) e uno stadio pilota invertente, che pilota direttamente i 4 LED attraverso resistenze limitatrici. L'ingresso serie AND (A, B, pin 1 e 2) del registro a scorrimento è collegato direttamente a +5 V tramite una resistenza; quindi esso è sempre a livello H. L'ingresso per gli impulsi del registro a scorrimento (T, pin 8) viene pilotato mediante un invertitore dello stadio pilota IS8 con un impulso ogni minuto. L'invertitore fa sì che il registro a scorrimento pilotato dal versante positivo dell'impulso venga pilotato in perfetto sincronismo con il contatore IS6. I contatori del tipo 7490 e 7493 vengono quindi pilotati con il versante negativo dell'impulso.
S'impiegano soltanto le prime quattro uscite parallelo del registro a scorrimento. Siccome l'ingresso serie è sempre a livello H, l'uscita Q_A va a livello H al primo impulso, l'uscita Q_B al secondo impulso ecc. Quando l'uscita Q_A va a livello H, il LED D2 si illumina e all'indicazione segnata dal diodo delle cinquine di minuti che è illuminato in quel momento va aggiunto ancora un minuto. Le uscite da Q_B a Q_D pilotano i diodi da D3 a D5. Attraverso il secondo trigger di Schmitt presente in IS1 (connesso qui come porta NAND) vengono unite assieme le informazioni presenti sulle uscite A e C del contatore IS6 e collegate all'ingresso di cancellazione (cl, pin 9 di IS7).
Queste sono le stesse uscite che rimettono a zero il contatore IS6,

soltanto che il registro a scorrimento, contrariamente a quanto accade per il contatore, viene rimesso a zero da un livello L.

9.5 Visualizzazione delle cinquine di minuti e delle ore

Sia per la visualizzazione delle cinquine di minuti sia per la visualizzazione delle ore sono impiegati circuiti costruttivamente simili. Essi sono costituiti ciascuno da un contatore/divisore del tipo 7493, da un decodificatore del tipo 74154 e da 2 stadi pilota (7407), che attraverso le resistenze di protezione pilotano direttamente i diodi LED. I 7493 sono contatori binari a quattro bit, che contano in codice binario fino a 15:

Impulso	D	C	B	A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

Essi possiedono due soli ingressi di resettaggio, $R_{0(1)}$ ed $R_{0(2)}$ (pin 2 e 3) per la rimessa a zero. L'uscita A dev'essere collegata all'ingresso BD e l'impulso è portato all'ingresso A.
Ci serve ora un contatore per 12. Dalla tabella della verità vediamo che le uscite C e D sono a livello H al dodicesimo impulso, cosicché queste uscite devono essere collegate agli ingressi di resettaggio, per far sì che il contatore ritorni a zero al dodicesimo impulso. I decodificatori IS11 ed IS12 sono decodificatori da 4 a 16, cioè convertono l'informazione del codice binario presente agli ingressi in codice decimale e attivano la relativa uscita. A tal fine gli ingressi *data* ed *enable* devono essere a livello L e gli ingressi dalla A alla D devono essere collegati alle uscite dalla A alla D del contatore. Ci servono ora le uscite da 0 ad 11 (pin 1-11 e 13). È consigliabile impiegare LED verdi per il cerchio delle cinquine di minuti e LED rossi per il cerchio delle ore.

9.6 Costruzione del circuito

In Fig. 9.3 è visibile il circuito stampato della basetta dell'orologio digitale, mentre la Fig. 9.4 mostra la disposizione dei componenti relativa. La foto 13 di Tavola 4 mostra la basetta a montaggio ultimato. Nella versione definitiva del circuito si possono notare alcune modifiche (vedere foto 14 di Tavola 4): il regolatore di tensione integrato IS17 va montato su un dissipatore di dimensioni adeguate; i terminali dell'LM 309 K corrispondono a quelli del TBA 325 A, vedere Fig. 8.6. Inoltre, invece dei condensatori elettrolitici previsti originariamente (vedere foto 13 di Tavola 4) sono stati montati elementi di capacità maggiore, i cui valori si desumono dall'elenco dei componenti. Per i circuiti integrati sono stati impiegati zoccoli DIL. Quando la basetta è ultimata, prima

pg 68
pg 79

Fig. 9.3 (a destra) Circuito stampato dell'orologio digitale

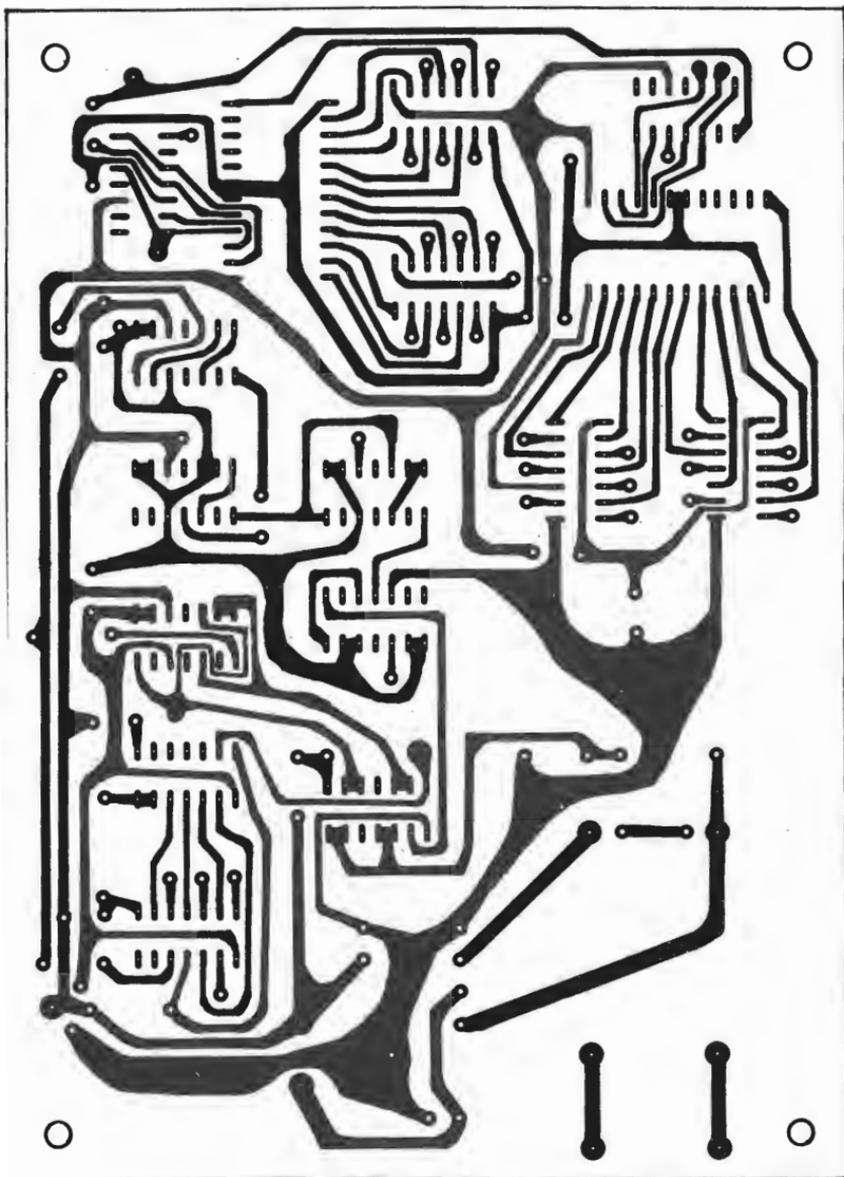
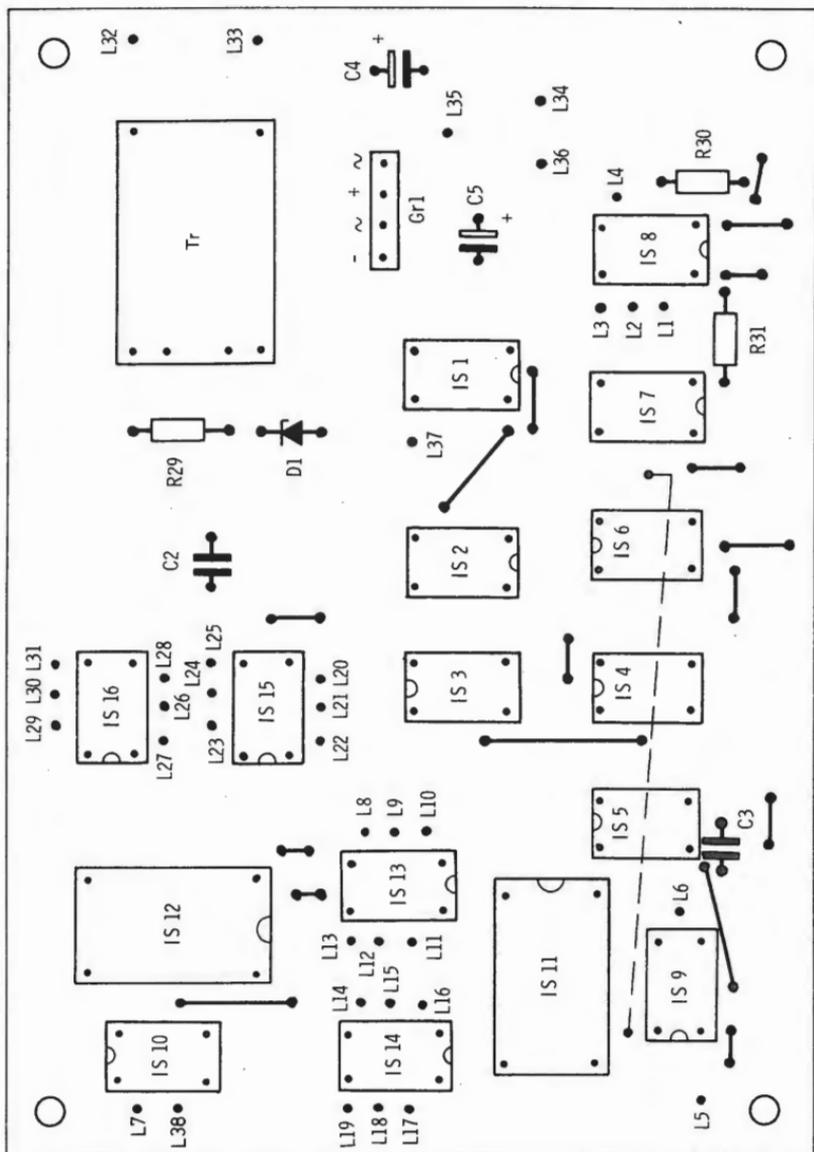



Fig. 9.4 Disposizione dei componenti sulla basetta di Fig. 9.3

Elenco dei componenti per il circuito dell'orologio digitale

C1	condensatore 1 µF
C2, C3	2 condensatori elettrolitici al tantalio 10 µF/16 V
C4	condensatore elettrolitico 1000 µF/35 V
C5	condensatore elettrolitico 2200 µF/6 V
D1	diodo Zener 5,1 V di qualsiasi tipo
D2-D17	16 diodi LED verdi
D18-D29	12 diodi LED rossi
Gr1	raddrizzatore a ponte B 30 C 1500
IS1	doppio trigger di Schmitt NAND 7413
IS2-IS6	5 contatori decimali 7490
IS7	registro a scorrimento a 8 bit 74164
IS8	sestuplo invertitore-pilota 7406
IS9, IS10	2 contatori binari a 4 bit 7493
IS11, IS12	2 decodificatori da 4 a 16 74154
IS13-IS16	4 piloti sestupli 7407
IS17	stabilizzatore di tensione a 5 V LM 309 K o eq.
L1-L38	38 ancoraggi
R1-R4	4 resistori 68 Ω
R5-R28	24 resistori 39 Ω
R29	resistore 1 kΩ
R30, R31	2 resistori 2,2 kΩ
S1	commutatore a 4 vie 3 posizioni, con bloccaggio centrale
S2	pulsante
Tr	trasformatore 12 V/12 VA
	cavo con spina e dispositivo di fissaggio
	14 zoccoli DIL con 14 pin
	2 zoccoli DIL con 24 pin
	basetta 130 × 185 mm
	contenitore in legno 200 × 200 × 80 mm
	dissipatore per IS17
	rondella in mica per IS17

d'infilare i circuiti integrati nei relativi zoccoli, si deve misurare la tensione di alimentazione, che dev'essere di +5 V e la tensione ai capi del diodo Zener. In seguito si possono montare gli integrati sulla basetta. Le resistenze limitatrici di corrente R1-R28 vengono saldate verticalmente, dopo averne accorciato i terminali, agli ancoraggi relativi. I LED vanno fissati all'interno del contenitore come in Fig. 9.5. I loro anodi vanno collegati tra di loro e poi con un solo filo ad L36 (+5 V). I catodi dei LED vanno collegati, in base alle Figg. 9.2a e 9.2b, alle resistenze R1-R28, mediante filo flessibile.

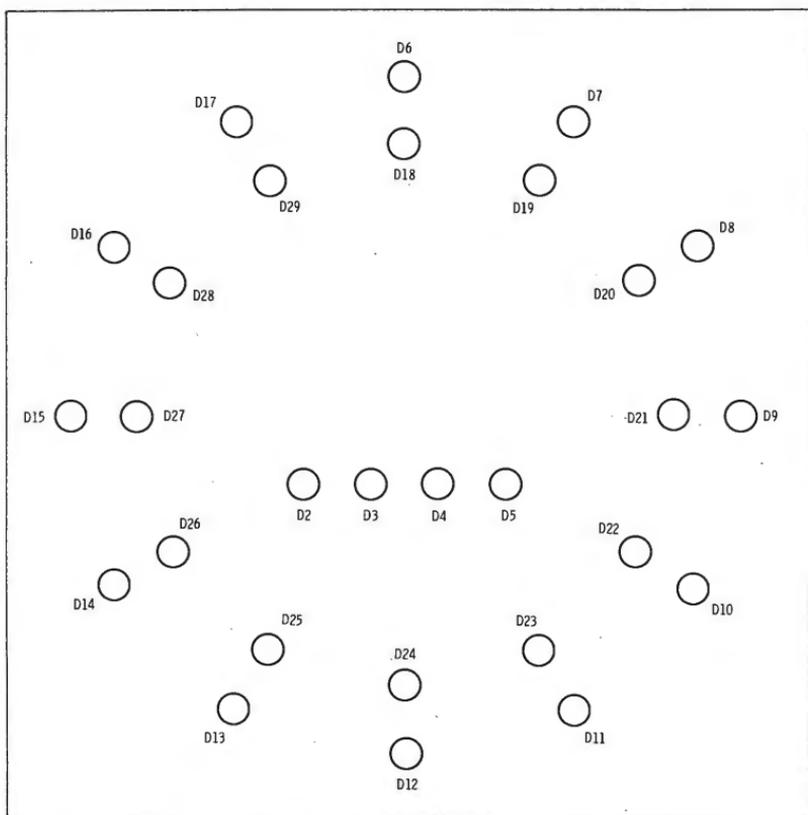



Fig. 9.5 Esempio di una possibile disposizione dei diodi LED

Inoltre non ci si deve dimenticare di saldare 17 ponticelli di filo sulla basetta. Su un fianco del contenitore vanno collocati gli interruttori S1 ed S2. Sulla basetta, dal lato rame va collegato un ponte di filo isolato (in Fig. 9.4 esso è tratteggiato). Siccome il trasformatore di rete e lo stabilizzatore si riscaldano durante il funzionamento, l'involucro in legno dev'essere messo in posizione verticale. Inoltre alla base e sul retro sono da praticare molti fori, in modo da facilitare la circolazione di aria.

Ora l'apparecchio può essere messo in funzione. Dopo aver collegato la rete, devono accendersi i LED da D2 a D5 e un LED per ogni cerchio. Con un tester (messo in posizione tensione continua), si possono misurare gli impulsi ad 1 Hz su L6 (circa 3,5 V). Con il pulsante S2 viene messo a zero il registro a scorrimento e i LED da D2 a D5 si spengono.

9.7 Regolazione dell'orologio

Per regolare esattamente l'ora è stata prevista la seguente possibilità: azionando l'interruttore S1 vengono collegati a massa i pin 2 e 3 degli integrati IS9 ed IS10. Per questi integrati, tali pin corrispondono ai punti $R_{0(1)}$ ed $R_{0(2)}$. In questo modo l'orologio viene regolato sulle 12.00. Il commutatore S1 è a 4 vie e tre posizioni (è possibile bloccarlo in posizione centrale). Durante la regolazione dell'ora esso viene dapprima inserito e poi disinserito. Circa 10 secondi prima delle 12.00 si deve inserire nella presa la spina dell'orologio (così i contatori dei minuti non contano già da prima). Poi vengono azionati gli interruttori S1 ed S2. Con il segnale orario delle 12.00 si aziona di nuovo S1 e vengono così sbloccati i contatori delle cinquine di minuti e delle ore. In questo modo si ottiene un'esatta regolazione dell'orologio digitale.

10. Calcolatore tascabile impiegato come cronometro e contatore

I calcolatori tascabili hanno oggigiorno un prezzo talmente accessibile, che vale la pena di apportare loro piccole modifiche. Qui di seguito si descrive un circuito per trasformare un calcolatore tascabile in cronometro con precisione di 1/10 di secondo o in un contatore telefonico, che visualizza via via la tariffa telefonica all'aumentare degli scatti.

10.1 Requisiti del calcolatore tascabile

È necessario essere in possesso di un calcolatore tascabile che disponga della funzione costante. Se si imposta la cifra 1, premendo poi il tasto [+] e infine il tasto [=], ogni qualvolta si preme il tasto [=], il numero visualizzato deve aumentare di un'unità. Quindi, dopo aver premuto il tasto [=] per 10 volte, viene visualizzato il numero 10. Se riusciamo ora a raggiungere i contatti del tasto [=], possiamo costruire un semplice cronometro, grazie ad un circuito aggiuntivo, che produca impulsi di frequenza 1 secondo o 1/10 di secondo. Si devono anzitutto cercare i collegamenti del tasto [=]. Ciò si può ottenere cortocircuitando (toccando brevemente) con un pezzettino di filo i vari contatti. Con un calcolatore Santron 8 SR della Neckermann, i contatti interessati alla modifica sono i punti K3 e 8 della basetta della tastiera. Quando questi punti sono stati individuati, la loro polarità viene determinata con un voltmetro (3 V fondo scala). Questo è importante ai fini della corretta connessione del transistore pilota. Per entrambi i contatti si fissa sul calcolatore una presa in miniatura (per esempio una presa a jack per cuffia), in modo da

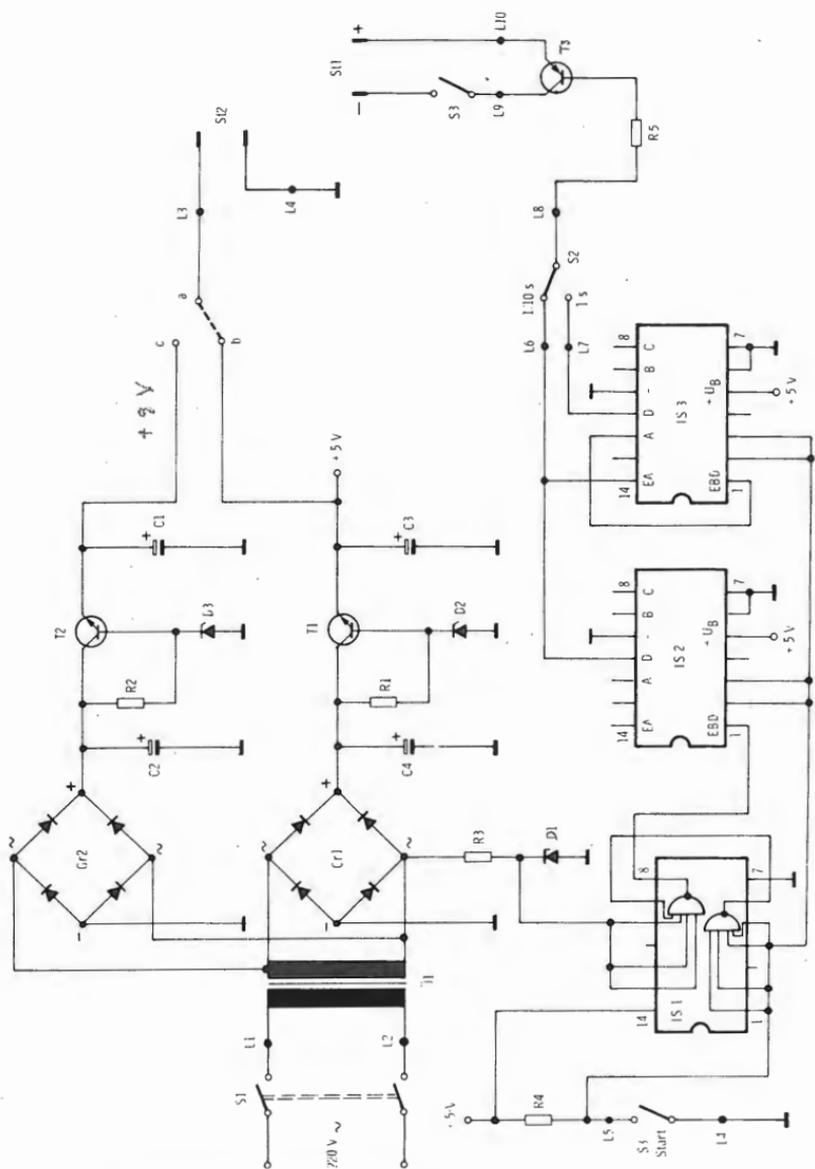



Fig. 10.1 Schema del circuito aggiuntivo per calcolatore tascabile

poter usare il calcolatore anche indipendentemente dal circuito aggiuntivo.

10.2 Funzionamento del circuito

Il circuito aggiuntivo è visibile in Fig. 10.1. Esso si compone di due alimentatori stabilizzati e di un generatore di impulsi, che vengono prodotti elaborando la tensione alternata di rete a 50 Hz. Attraverso la presa St2 il calcolatore viene alimentato da uno dei due alimentatori. Se il calcolatore è alimentato a 6 V, si può impiegare l'alimentatore a 5 V. Poi si deve saldare un ponticello tra i punti a e b. In questo caso il secondo alimentatore viene escluso. Se il calcolatore è alimentato a 9 V, si deve costruire anche il secondo alimentatore e saldare un ponticello tra i punti a e c. Con l'interruttore S1 si accende l'apparecchio. La tensione alternata a 50 Hz viene prelevata dalla resistenza è portata dal diodo Zener D1 ad un valore compatibile con le logiche TTL.
Un trigger di Schmitt dell'integrato IS1 trasforma il segnale in impulsi quadri a 50 Hz. Questi impulsi a 50 Hz sono divisi per 5 dal contatore decimale IS2, collegato appunto come divisore per 5, cosicché si ottengono impulsi con periodo di 1/10. Un secondo contatore decimale divide ulteriormente questi impulsi per 10. Si ottengono così impulsi con periodo di un secondo. Gli impulsi di 1/10 di secondo e di 1 secondo possono essere scelti con il deviatore S2 e pilotano il transistore T3, dal quale vengono cortocircuitati i contatti del tasto [=].
Dal pulsante S3 *(start)* entrambi i contatori vengono messi a zero attraverso il secondo trigger di Schmitt (qui collegato come porta NAND) e abilitati contemporaneamente al conteggio. Quindi il pulsante S3 serve da interruttore start-stop.

10.3 Costruzione del circuito

Il circuito stampato relativo a questo apparecchio è mostrato in Fig. 10.2, mentre in Fig. 10.3 è visibile la disposizione dei componenti sulla basetta. In foto 15 di Tavola 4 si può notare che non sono stati montati i componenti del secondo alimentatore. Ciò non si è reso necessario, perché il calcolatore impiegato è alimentato a 6 V. Sulla basetta sono da saldare ancora 5 ponticelli di filo. Se si impiega il secondo alimentatore, essi diventano 6. I transistori degli alimentatori devono essere provvisti di un dissipatore a stella. Quando si salda la spina St1 e la relativa presa, si deve fare attenzione a rispettare la polarità. La foto 16 di Tavola 4 mostra l'apparecchio a montaggio ultimato.

Elenco dei componenti per il circuito aggiuntivo del calcolatore

C1	condensatore elettrolitico 220 μF/16 V
C2, C3	2 condensatori elettrolitici 470 μF/16 V
C4	condensatore elettrolitico 1000 μF/16 V
D1	diodo Zener 5,1 V
D2	diodo Zener 5,6 V
D3	diodo Zener 10 V
Gr1, Gr2	2 raddrizzatori a ponte B 30/C 600
IS1	doppio trigger di Schmitt 7413
IS2, IS3	2 contatori decimali 7490
L1-L10	10 ancoraggi
R1, R2	2 resistori 270 Ω, 0,5 W
R3	resistore 680 Ω
R4	resistore 2,2 kΩ
R5	resistore 1 MΩ
S1	doppio interruttore a slitta
S2	deviatore 1 via 2 posizioni
S3	doppio interruttore a slitta
St1	spina miniatura, ad es. jack per cuffia
St2	spina per l'alimentazione del calcolatore
T1, T2	2 transistori BC 140 o eq.
T3	transistore BC 260 B
Tr	trasformatore 220 V/2 × 6 V, 1,5 VA
	presa miniatura per St 1
	dissipatori per T1 e T2
	cavo con spina
	scatola in plastica, ad es. PB-1
	3 zoccoli per integrati a 14 pin
	basetta 70 × 150 mm

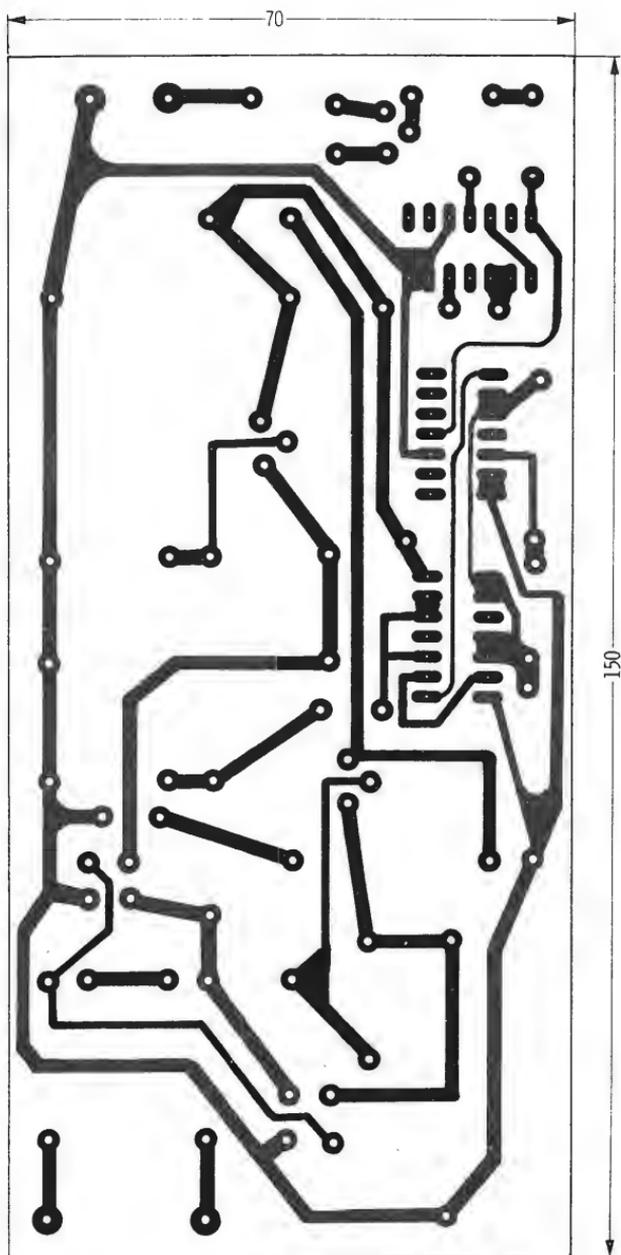



Fig. 10.2 Circuito stampato dell'apparecchio

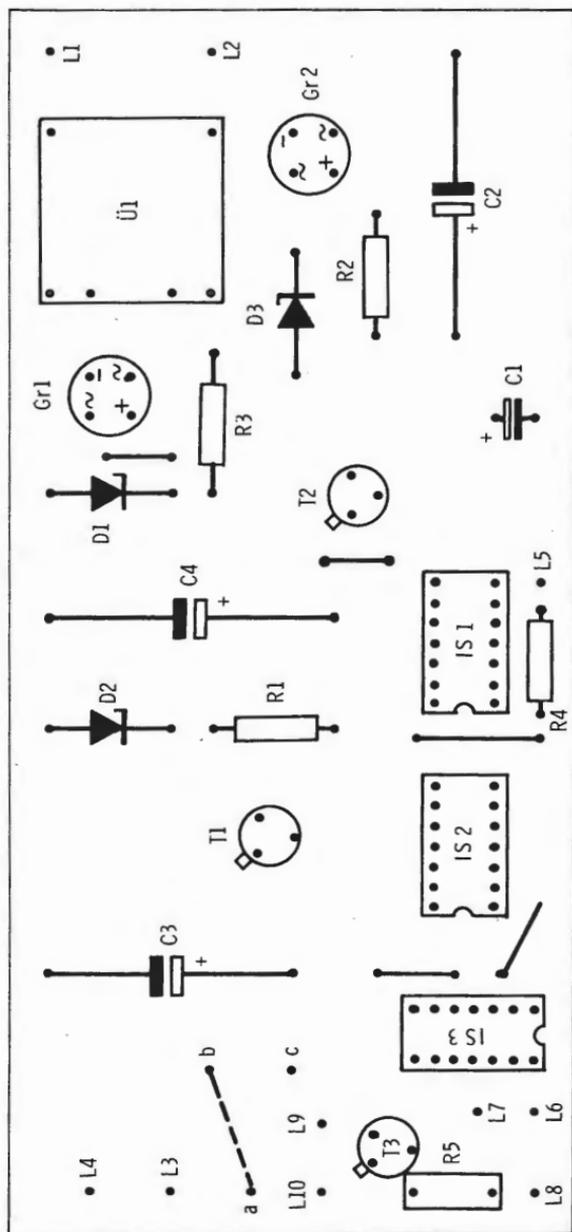



Fig. 10.3 Disposizione dei componenti sulla basetta di Fig. 10.2

10.4 Consigli pratici

Quando s'impiega questo circuito come cronometro, il numero visualizzato al termine del cronometraggio indica il tempo, ad esempio in decimi di secondo. Questo numero deve essere convertito in secondi, minuti, ecc. Ciò non è tuttavia difficile, con il calcolatore a portata di mano.
Se si vuole calcolare l'importo da pagare per una telefonata, si predispone il calcolatore perché conti i decimi di secondo. Si fa partire il calcolatore quando dall'altro capo del filo viene alzata la cornetta e lo si ferma quando si riappende la propria cornetta. Nella guida telefonica si deve cercare quanto dura uno scatto e quanto costa. Se lo scatto dura ad esempio 22,5 secondi, il numero visualizzato va diviso per 225 per calcolare il numero degli scatti. Per eliminare le inesattezze si aggiunge uno scatto in più e si moltiplica il tutto per il prezzo di uno scatto.
Si può però anche impostare il prezzo di uno scatto sul calcolatore, dividere questo numero per la durata di uno scatto (per esempio 22,5) e premere poi il tasto della somma. Quando l'interlocutore alza la cornetta si fa partire il contatore dopo averlo predisposto come contasecondi.
Allora si può avere sempre sott'occhio il prezzo del colloquio e farlo terminare quando esso diventa troppo costoso. Anche in questo caso si dovrebbe aggiungere il prezzo di uno scatto, perché si deve pagare completamente anche uno scatto appena iniziato.
Infine ancora un consiglio per i calcolatori nei quali la funzione costante viene cancellata quando si preme due volte il tasto [+].
In questi calcolatori si devono cercare i contatti del tasto [+], va determinata la loro polarità e si collegano poi alla presa miniatura St1.

Indice analitico

biblioteca tascabile elettronica

coordinata da Mauro Boscarol

come costruire un circuito digitale

I componenti elettronici sono diventati oggi molto convenienti ed aprono all'elettronico dilettante un altro campo di attività. In questo volume l'Autore descrive una serie di apparecchi utili e divertenti, costruiti con circuiti integrati digitali poco costosi della serie TTL SN 74: il dado elettronico rende impossibile barare, il «totocalcio» elettronico libera dal tormento della scelta quando si vuole riempire la schedina, il carillon elettronico ed i giochi di luci mobili si possono utilizzare in molti modi diversi, il provariflessi mostra quanto velocemente l'uomo può «reagire». L'ultimo capitolo tratta la trasformazione di un calcolatore tascabile in cronometro con una precisione al decimo di secondo.

1	Hanns-Peter Siebert	L'elettronica e la fotografia
2	Richard Zierl	Come si lavora con i transistori Prima parte: i collegamenti
3	Heinrich Stöckle	Come si costruisce un circuito elettronico
4	Heinz Richter	La luce in elettronica
5	Richard Zierl	Come si costruisce un ricevitore radio
6	Richard Zierl	Come si lavora con i transistori Seconda parte: l'amplificazione
7	Helmut Tünker	Strumenti musicali elettronici
8	Heinrich Stöckle	Strumenti di misura e di verifica
9	Heinrich Stöckle	Sistemi d'allarme
10	Hanns-Peter Siebert	Verifiche e misure elettroniche
11	Richard Zierl	Come si costruisce un amplificatore audio
12	Waldemar Baitinger	Come si costruisce un tester
13	Henning Gamlich	Come si lavora con i tiristori
14	Richard Zierl	Come si costruisce un telecomando elettronico
15	Hans Joachim Müller	Come si usa il calcolatore tascabile
16	Karl-Heinz Biebersdorf	Circuiti dell'elettronica digitale
17	Frahm/Kort	Come si costruisce un diffusore acustico
18	Waldemar Baitinger	Come si costruisce un alimentatore
19	Heinrich Stöckle	Come si lavora con i circuiti integrati
20	Heinrich Stöckle	Come si costruisce un termometro elettronico
21	Richard Zierl	Come si costruisce un mixer
22	Richard Zierl	Come si costruisce un ricevitore FM
23	Friedhelm Schiersching	Effetti sonori per il ferromodellismo
24	Heinrich Stöckle	Come si lavora con gli amplificatori operazionali
25	Friedhelm Schiersching	Telecomandi a infrarossi per il ferromodellismo
26	Richard Zierl	Strumenti elettronici per l'audiofilo
27	Ernst Löchner	Come si lavora con i relè
28	Friedhelm Schiersching	Effetti luminosi per i plastici
29	Karl-Heinz Biebersdorf	Come costruire un circuito digitale

ISBN 88-7021-120-7

L. 3.600 (3.396)